

Technická univerzita v Liberci

**FAKULTA PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ A  
PEDAGOGICKÁ**

**Katedra:** Geografie  
**Studijní**  
**program:** Učitelství pro 2. stupeň základní školy  
**Studijní obor:** Geografie, občanská výchova

**GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY  
MASIVU SMRKU**

GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS  
OF THE SMRK MOUNTAIN

Diplomová práce: 2011 – FP – KGE – 012

**Autorka:**  
Klára ALTOVÁ

**Podpis:**

---

**Adresa:**  
Široká 14/ 164  
460 01, Liberec 2

**Vedoucí práce:** Mgr. Viola DÍTĚTOVÁ  
**Konzultant:** RNDr. Ivo HONSA

**Počet**

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
93	0	76	5	19	12

V Liberci dne:

## Čestné prohlášení

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má diplomová práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval/a samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil/a elektronickou verzi mé diplomové práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl/a jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne:

Podpis:

## Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří mě během studia na VŠ a při psaní diplomové práce jakkoli podporovali a drželi mi palce, zejména nejbližším přátelům a rodině.

Jmenovitě bych chtěla poděkovat Farrymu, který mi jako první pomáhal mapovat v terénu. Děkuji Zdeňku Zacharovi za odbornou geologickou pomoc a nadšení pro montánní činnost. Velké díky Mírovi Zvířecímu za pomoc při vytváření map. Děkuji mojí pracovní kolegyni Terce za toleranci a podporu v práci, hlavně při závěrečném vypětí u psaní a sestavování DP.

Největší díky patří mému Pavlovi za pomoc, neúnavnost a nadšení při mapování v terénu a za domácí pohodu, díky které jsem mohla práci zcela dokončit.

# GEOMORFOLOGICKÉ POMĚRY MASIVU SMRKU

ALTOVÁ Klára

DP – 2011

Vedoucí práce: Mgr. Viola Dítětová

## Resumé

Diplomová práce je zaměřena na podrobnou charakteristiku geomorfologických poměrů Smrčské hornatiny. Čtenář je v prvních kapitolách seznámen s cíly a metodikou výzkumu, dále s geologickou charakteristikou území a jejím vývojem. Následuje kapitola o geomorfologii, která je věnována různým erozním procesům, které krajinu hornatiny miliony let přetváří. Nejobsáhlejší kapitola se zabývá typologií skal, podle kterých jsou zaznamenané skály charakterizovány; obsahuje popis mezoforem a mikroforem skalních útvarů.

Diplomová práce obsahuje větší množství výhradně autorčiných fotografií, které nejen že jsou podstatou výzkumu, ale také ilustrují teoretickou část práce. Dále jsou zde přiloženy katalogové listy s přehledným seznamem skal podle názvu oblasti jejich výskytu a mapové přílohy, ve kterých jsou jednotlivé typy mezoforem přehledně zaznamenány. Katalogový list, podrobné fotografie všech skal a mapové přílohy jsou dostupné také v elektronické podobě na přiloženém DVD (2 kusy).

## Klíčová slova

Smrčská hornatina, Smrk, geomorfologie, typologie skal, skalní mezoforma, skalní mikroforma, exfoliační desky



# **GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS OF THE SMRK MOUNTAIN**

## **Resumé**

The aim of this diploma thesis is to make detailed characteristics of geomorphology Smrk mountains. The reader is in the first chapters presented the aims and methods of research, furthermore the geological characteristics and development of the area. Afterwards there is a chapter on geomorphology, which is dedicated to various erosion processes which have been shaping the landscape for millions of years. The most extensive chapter deals with typology of rocks, according to which local rocks are recorded and characterised. This chapter includes descriptions of meso-scale and micro-scale rock forms.

The thesis includes a number of photos by the author, which are not only the crucial part of the research, but also illustrate theoretical part of the work. Catalog sheets with list of the rocks according to location, as well as map appendices covering individual meso-scale forms are also attached. The catalog, detailed photography of all of the rocks and the map appendices are available also in the electronic form of enclosed (2 pcs.).

## **Key words**

Smrk mountains, Smrk, geomorphology, rock typology, meso-scale forms, micro-scale forms, exfoliation plates

## Obsah

<b>1.</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE.....</b>	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b>METODY VÝZKUMU .....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>POLOHA A VYMEZENÍ ZKOUMANÉ OBLASTI.....</b>	<b>14</b>
4.1	JIZERSKÉ HORY .....	14
4.2	SMRČSKÁ HORNATINA .....	14
<b>5.</b>	<b>CHARAKTERISTIKA SMRČSKÉ HORNATINY .....</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>GEOLOGICKÁ STAVBA ÚZEMÍ .....</b>	<b>22</b>
6.1	CHARAKTERISTIKA GEOLOGICKÝCH JEDNOTEK .....	22
6.1.1	<i>Krkonoško-jizerské krystalikum.....</i>	<i>22</i>
6.1.2	<i>Krkonoško-jizerský pluton .....</i>	<i>22</i>
6.2	HORNINY A MINERÁLY .....	25
6.2.1	<i>Hlavní typy hornin nalezené ve Smrčské hornatině.....</i>	<i>28</i>
6.3	NEROSTNÉ BOHATSTVÍ A JEHO TĚŽBA .....	31
6.4	GEOLOGICKÝ VÝVOJ SMRČSKÉ HORNATINY .....	33
<b>7.</b>	<b>GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY .....</b>	<b>37</b>
7.1	GEOMORFOLOGICKÁ ODOLNOST HORNIN .....	37
7.2	GENEZE CHOVÁNÍ PLUTONŮ.....	39
7.2.1	<i>Pukliny.....</i>	<i>39</i>
7.2.2	<i>Exfoliace.....</i>	<i>40</i>
7.3	EXOGENNÍ GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY .....	42
7.3.1	<i>Chemické zvětrávání.....</i>	<i>42</i>
7.3.2	<i>Kryogenní (periglaciální) eroze .....</i>	<i>43</i>
7.3.3	<i>Svahové procesy .....</i>	<i>45</i>
7.3.4	<i>Fluviální eroze.....</i>	<i>47</i>
7.3.5	<i>Eolická eroze.....</i>	<i>49</i>
7.3.6	<i>Antropogenní eroze .....</i>	<i>50</i>
7.4	GEOMORFOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA SMRČSKÉ HORNATINY.....	53
<b>8.</b>	<b>TYOLOGIE SKALNÍCH TVARŮ.....</b>	<b>54</b>
8.1	MEZOFORMY RELIÉFU .....	55
8.1.1	<i>Skalní hradba .....</i>	<i>55</i>
8.1.2	<i>Žokovité skály.....</i>	<i>57</i>

8.1.3	<i>Mrazový srub</i> .....	58
8.1.4	<i>Skalní věž</i> .....	60
8.1.5	<i>Skalní blok</i> .....	62
8.1.6	<i>Skalní hřib</i> .....	64
8.1.7	<i>Skalní komín</i> .....	65
8.2	MIKROFORMY RELIÉFU .....	66
8.2.1	<i>Skalní okno a skalní perforace</i> .....	66
8.2.2	<i>Exfoliační desky a šupiny</i> .....	67
8.2.3	<i>Skalní plotna</i> .....	69
8.2.4	<i>Skalní mísa</i> .....	70
8.2.5	<i>Žokovité balvany</i> .....	70
8.2.6	<i>Pukliny</i> .....	72
8.3	TVARY SYPKÝCH HORNIN A AKUMULACE .....	72
8.4	CHARAKTERISTIKA SKALNÍCH VÝCHOZŮ A JINÝCH TVARŮ V JEDNOTLIVÝCH OBLASTECH SMRČSKÉ HORNATINY .....	73
8.4.1	<i>Tišina</i> .....	73
8.4.2	<i>Francouzské kameny</i> .....	74
8.4.3	<i>Kočičí kameny</i> .....	76
8.4.4	<i>Severní svahy</i> .....	77
9.	NÁVRH NA DIDAKTICKÉ VYUŽITÍ NÁMĚTU DIPLOMOVÉ PRÁCE.....	78
10.	ZÁVĚR .....	79
11.	KATALOGOVÝ LIST .....	83
12.	CITACE.....	84
13.	PŘÍLOHY .....	86

## Seznam použitých zkratek

<b>cm</b>	centimetr
<b>č.</b>	číslo
<b>ČR</b>	Česká republika
<b>DP</b>	diplomová práce
<b>CHKO</b>	chráněná krajinná oblast
<b>km</b>	kilometr
<b>Obr.</b>	obrázek
<b>m</b>	metr
<b>mm</b>	milimetr
<b>m n. m.</b>	metrů nad mořem
<b>např.</b>	například
<b>NPR</b>	Národní přírodní rezervace
<b>PP</b>	Přírodní památka
<b>Pol.</b>	polovina
<b>Tab.</b>	tabulka
<b>tj.</b>	to je
<b>tzv.</b>	tak zvaný
<b>zv.</b>	zvaný

# 1. ÚVOD

Výběr tématu mé diplomové práce byl zcela náhodný, přesto jsem za něj velmi vděčná. Smrčská hornatina je z mnoha hledisek velmi zajímavé území a já jsem ráda, že jsem mohla alespoň malý kousek jinak rozlehlých Jizerských hor dopodrobna prozkoumat.

Smrk je netypický tím, že se na poměrně malém území projevují téměř všechny důležité geomorfologické procesy, jinak specifické pro určité části Jizerských hor.

Z geologického hlediska je toto místo zajímavé tím, že Smrčská hornatina tvoří tzv. kontaktní dvůr krkonošsko-jizerskému plutonu a na základě toho jsou např. severní svahy Smrku protkány rudnými žilami kasiteritu a následně krajina přetvořena montánní činností středověkých horníků, oproti tomu je jižní svah doslova posetý žulovými skalními výchozy různé velikosti.

Na jedné straně zde můžeme vidět holoroviny a suťová pole přímo na vrcholu Smrku, ale už pod vrcholovou partií najdeme rašeliniště, ve kterých pramení mj. řeka Jizera, která tvoří rozvodí mezi Baltským a Severním mořem.

Ze západní strany masivu pramení u Ztraceného potoka bikarbonátová kyselka, která zásobuje lázeňské městečko Libverda, založené pod ním. To si můžeme prohlédnout i z ptáčích perspektivy, pokud vyjdeme až nahoru na vrchol Smrku, kde byla v roce 2003 postavena moderní rozhledna s útulnou. Stává se velmi oblíbeným cílem nejen pěších turistů, ale také cyklistů a běžkařů.

Z hlediska meteorologických jevů je toto místo výjimečné vysokým úhrnem srážek. Údolí Bílého Potoka je jedním z nejdeštivějších míst ČR; vrchol Smrku je celoročně ošlehávaný větrem, v zimě sužován hlubokými mrazy a ještě dlouhou dobu po konci zimy se zde nachází sněhová pokrývka.

Fauna a flora jsou chráněny hned několika stupni ochrany, která je zde opravdu velmi třeba, protože celou Smrčskou hornatinu velmi vážně zasáhla ekologická katastrofa 80. let, kdy byly téměř úplně vyhubeny lesy a zbyla po nich jen torza, která jsou stále ještě hmatatelným důkazem nedávné katastrofy.

## 2. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem mé diplomové práce je popsat a charakterizovat geomorfologické poměry, které formují Smrčskou hornatinu, podcelek Jizerských hor.

Na základě dostupné literatury budou charakterizovány fyzickogeografické poměry hornatiny. Budou popsány hlavní geomorfologické jevy a procesy, které masiv milióny let formují v závislosti na geologické stavbě a vlastnostech horninového prostředí. Procesy, které erodují povrch, jakými jsou fluvialní, kryoplanáční, periglaciální, chemická, eolická a také nemalou měrou antropogenní činnost.

Jedním z hlavních úkolů je vytvořit databázi nejčastěji se vyskytujících geomorfologických tvarů (mezoformy a mikroformy) – především skalních výchozů v Národní přírodní rezervaci Tišina. Hlavním cílem je určení typologie skal a to nejen těch obecně známých, pojmenovaných a zakreslených v topografických mapách, využívaných zejména horolezci, ale také ostatních geomorfologicky významnějších skalních útvarů v jejich okolí, které povětšinou známe nejsou. Skály budou samostatně nafoceny (ve vysokém rozlišení), lokalizovány pomocí GPS souřadnic, očíslovány, podrobně popsány a zaznamenány do mapy vytvořené v ArcGIS prostředí.

Vzhledem k tomu, že je Smrčská hornatina v poslední době hojně navštěvována sportovci všech odvětví, je jim i přizpůsobován terén hornatiny. Proto bude část práce věnována i mapování antropogenní činnosti. V minulosti byly severní svahy Rapické hory a Měděnce výrazně pozměněny povrchovou těžbou kasiteritu. V práci bude zachycena i tato skutečnost.

### 3. METODY VÝZKUMU

Metody výzkumu jsou postavené na studiu odborné literatury, která ale v mapování a typologii skal v Jizerských horách není příliš podrobná. Ve své diplomové práci se zaměřuji právě na tyto chybějící údaje, konkrétně na oblast Smrčské hornatiny.

Nejprve bylo nutné zjistit co nejvíce podrobností o zpracovávaném území z hlediska dostupnosti skal a svahů, potom o geologické stavbě a na základě těchto znalostí šlo některé geomorfologické procesy s jejich důsledky předpokládat a výzkum v terénu mohl být cílenější.

Samotné mapování terénu bylo rozděleno do několika fází. Během léta a podzimu roku 2009 jsem území procházela ze všech možných směrů, aby se pro mě terén stal známým. Fotila jsem pouze mikroformy skalních útvarů a krajinné pohledy a snažila se co nejvíce seznámit s charakterem prostředí. Množství listů bránilo detailnějšímu focení jednotlivých skal, které jsou nezdědkakdy rozsáhlými skalními hradbami a jejich úplné zachycení je zcela nemožné.

K nejrozsáhlejšímu focení jednotlivých skal jsem využila poměrně dlouhý nástup jara roku 2010, který mi umožnil nahlédnout terény balvanových moří a skalních výchozů v NPR Tišina z nových úhlů pohledu, díky tomu jsem mohla fotit celkové pohledy na skály i detaily bez obav ze ztráty charakteristik daných skalnímu výchozu.

Jediným a velmi nebezpečným problémem je náročnost terénu, která předpokládá dobrou fyzickou kondici. Svahy Tišiny jsou plné balvanišť do kterých jsou napadané polomy a tlející listí. Také cesta jen k úpatí strmých svahů je poměrně zdlouhavá a fyzicky náročná. Samotné svahy masivu Smrku mají několik desítek metrů převýšení. Přestože jsem sama ve velmi dobré fyzické kondici, vydržela jsem mapovat maximálně 5-7 hodin denně. Vhodným se jevílo na svazích masivu nebo v útulně na vrcholu přespat a druhý den pokračovat. Často se mi ale také stávalo, že se přes noc spustil takový déšť, že druhý den už byla práce znemožněna. Mapování nebylo vhodné ani v době po dešti, protože téměř po celou dobu mapování je člověk nucen přecházet přes balvanová moře, přelézat popadané a tlející klády s napadaným listím; tím se nebezpečnost prostředí ještě zvyšovala a nebylo dobré zbytečně riskovat zranění.

Mapování skal v oblasti Tišiny jsem začínala od Bártlovy boudy v Bílém Potoce, odkud jsem většinou šla po žluté turistické značce k druhému mostu, kde se cesta stáčí směrem na Paličnick. V těchto místech se začínají vyskytovat první výraznější skalní útvary pokračující po celém jižním svahu Tišiny v západním směru.

Oblasti Francouzských a Kočičích kamenů pro mě byly nejpřístupnější také ze směru od Bílého Potoka, ale po červené turistické značce vedoucí k chatě Hubertka. Směrem k severu od Hubertky pokračují dál svahy s Francouzskými kameny a směrem k jihu a západu Kočičí kameny.

Třetí fáze mapování proběhla na podzim roku 2010, byla zaměřena především na důsledky montánní činnosti a vedla ke svahům Rapické hory, Měděnce, Sviňského vrchu a Závorníku, kam jsem přicházela ze směru od Nového Města pod Smrkem; opět nejprve po turisticky značených cestách a dále jsem se dle potřeby odpojovala po neznačených cestách a zarostlých svazích.

Při mapování skal jsem začínala s vyhledáváním známých, horolezecky využívaných skal. Potom jsem zpravidla chodila po vrstevnici a fotila každý výraznější skalní výchoz, nebo jsem procházela svah odshora dolu podél skalních hradeb kopírujících svah a snažila se je zachytit v nejcharakterističtějších pohledech. Při větším množství samostatných skal, abych neztratila kontinuitu a orientaci v prostředí, jsem používala analogovou mapu, vytištěnou podle dat ZABAGED, do které jsem lokalizované skály zaznamenávala s potřebnými poznámkami ručně.

Lokalizaci pomocí GPS jsem zaznamenávala v bodě pod nejvyšším vrcholem skály. Nebylo pro mě fyzicky možné, abych na každou skálu vylezla a zanesla výškovou hodnotu z jejího vrcholu.

Sérii fotografií k dokumentaci skalního výchozu uzavírala fotografie celého displaye GPS se všemi náležitostmi lokalizace bodu, které jsem později uvedla v tabulce skal.

Při práci v terénu se ukázala z hlediska geomorfologie velmi významnou antropogenní činnost ve Smrčské hornatině. Zejména velké množství lesních průseků, asfaltových cest, svahových úprav a korekce vodních toků. Přestože je tato činnost v krajině významná, dokumentovala jsem ji pouze obecnými fotografiemi uvedenými v kapitole o antropogenní erozi.

Smrčskou hornatinu jsem v průběhu psaní diplomové práce navštívila 20krát. Celkem bylo nafoceno a zlokalizováno 155 skalních výchozů, ze kterých jsem



vytřídila 131 významných tvarů. Kritériem pro výběr byl lokální význam z hlediska velikosti nebo geomorfologická zajímavost tvaru mezoformy.

K výzkumu byla použita GPS navigace značky Garmin a body z GPS byly staženy k dalšímu využití pomocí programu Garmin. K tvorbě map byl použit mapový software ArcGIS 10 a podkladová data ZABAGED.

## **4. POLOHA A VYMEZENÍ ZKOUMANÉ OBLASTI**

### **4.1 Jizerské hory**

Jizerské hory jsou součástí Krkonošsko-jesenické soustavy, která byla dříve nazývána Západními Sudetami a tvoří severovýchodní okraj České vysočiny. Hory jsou samostatným geomorfologickým celkem v Krkonošské podsoustavě.

Ze severu na ně navazuje celek Frýdlantská pahorkatina, ze Západu Žitavská pánev, z jihu Krkonošské podhůří, z jihovýchodu na ně navazují Krkonoše a východ Jizerských hor leží za hranicí s Polskou republikou, je tedy mimo české geomorfologické členění, přestože celková charakteristika hor je zde totožná nebo přirozeně navazující. (Demek a spol., 2006)

Hranice hor jsou kromě JV směru poměrně dost zřetelné, jsou tvořeny většinou zlomovými svahy. Na severu jsou tvořeny až 600 m vysokým zlomovým svahem podcelku Smrčské hornatiny, který spadá do Frýdlantské pahorkatiny. Od jihu na sever se táhne dlouhý zlomový svah složený ze sítě údolí Liberecké kotliny. Nejméně výraznou hranici pohoří tvoří brázda vyříznutá řekou Mělnicí a Mumlavou mezi Jizerskými horami a Krkonošemi (Demek, 1965).

Oblastí zájmu DP je masiv Smrku, ten ale není nijak geomorfologicky vymezen a proto jsem zvolila variantu rozšíření zájmového území na celou Smrčskou hornatinu, ke které jsem i získala podkladová data k mapování (ZABAGED)

### **4.2 Smrčská hornatina**

Smrčská hornatina je členitý podcelek Jizerských hor – jejich SV oblast. Zaujímá na české straně území plochu 25,94 km<sup>2</sup>. Je složena z nejvyšší hory Jizerských hor Smrku (1124,1 m n.m.) a přilehlých hrást'ových hřbetů ve směru SZ – JV. Plochou větší část Smrčské hornatiny leží na polském území - okolo 160km<sup>2</sup>. Z ní ještě vyčleňujeme okrsek Vysoký jizerský hřbet, jehož nejvyšším vrcholem na české straně okrsku je Smrk a na polské Wysoká Kopa (1126 m n.m.), která je i nejvyšším vrcholem celých Jizerských hor. Na hřebeni pod horou Smrk začínají prameniště řeky Jizery. (Demek a kol., 2006)

Na horu Smrk je těsně navázáno jakoby do věnce několik dalších hor – Měděnec (777 m n.m.), Sviňský vrch (756 m n.m.), Závorník (697 m n.m.) a Rapická hora (707 m n.m.).

Smrčskou hornatinu jsem později pro účely DP rozdělila do čtyř oblastí, podle typické charakteristiky skalních výchozů společné pro danou oblast. Jsou to Tišina, Francouzské kameny, Kočičí kameny a Severní svahy.

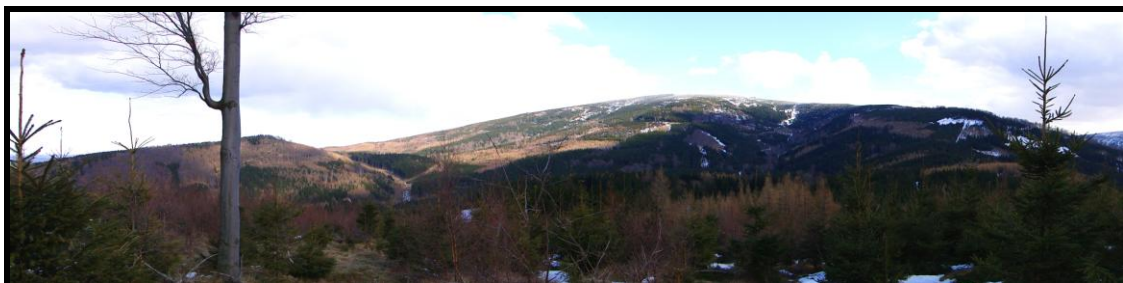
Obr.1 : Pohled na Smrk z vyhlídky na Paličnicku, foto: autor, listopad 2010



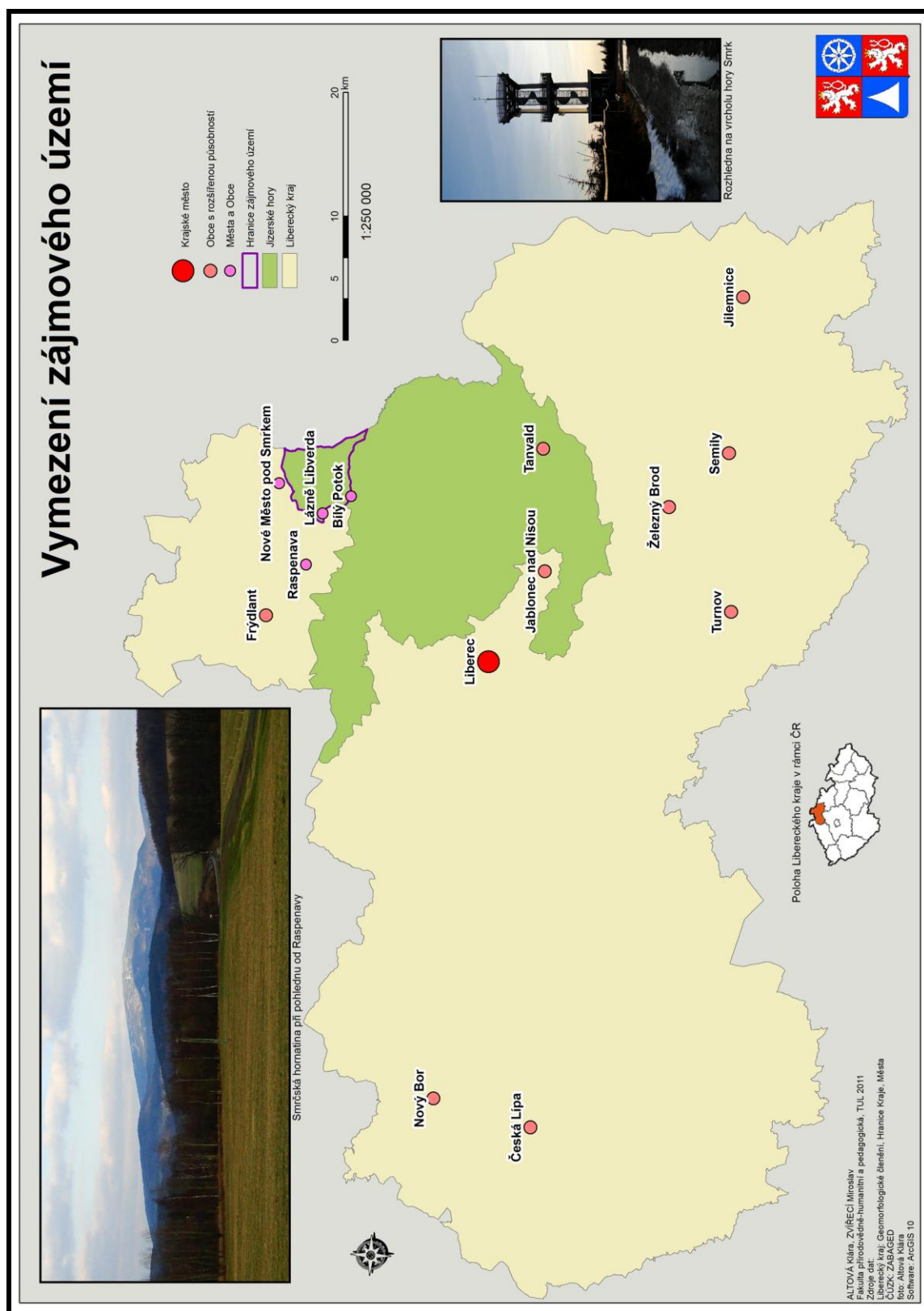
Obr.2 : Pohled na Vysoký jizerský hřbet z Bukovce; na fotografii je zřetelné, že Smrk je dvouvrcholová hora, foto: autor, zima 2011



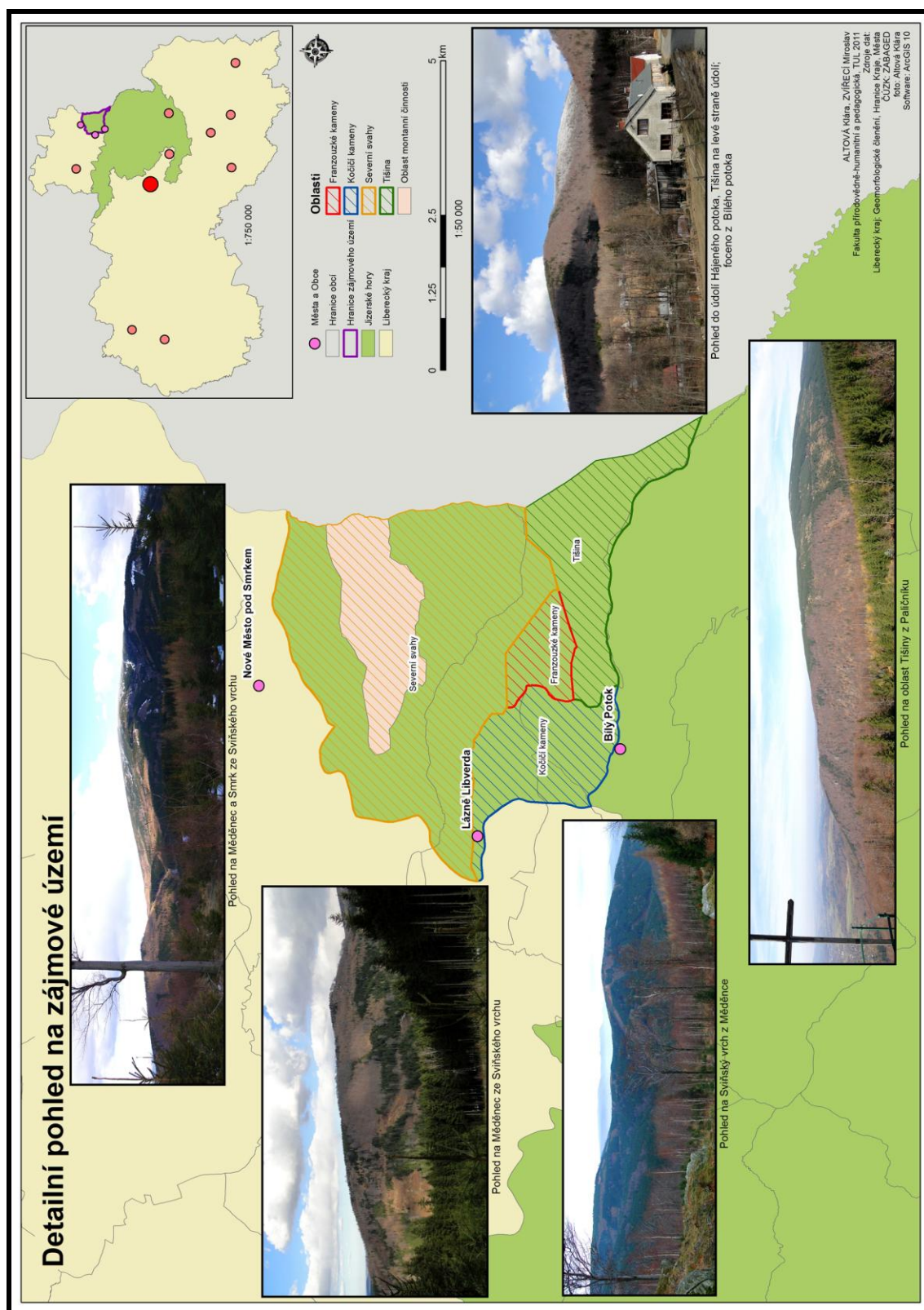
Obr.3 : Pohled na Mědenec a Smrk ze Sviňského vrchu



Obr.4 : Mapa zkoumaného území



Obr.5 : Detailní pohled na zájmové území





## 5. CHARAKTERISTIKA SMRČSKÉ HORNATINY

Smrčská hornatina je podcelek Jizerských hor, který se svou větší částí rozprostírá na Polském území. Na českém území dosahuje výšková členitost hodnoty 300 – 600 m n. m., což odpovídá ploché hornatině. Tím, že je Smrčská hornatina rozsáhlejším územím, je dále dělena na 2 okrsky a 4 podokrsky. Do českého území a tedy i do zájmového území diplomové práce zasahuje jeden okrsek – Vysoký Jizerský hřbet a jeden podokrsek – Kopský hřbet. Na polském území bychom našli ještě okrsek Kamenický hřbet a tři podokrsky – Vysokokamenský, Kowalovský a Jastrzębiecký hřbet. Ty ale nadále nebudou předmětem práce, a proto se jimi nebudu zabývat. Na české straně hor je nejvyšším vrcholem Smrk (1124,1 m n.m.), na polské straně Wysoká Kopa (1126 m n.m.). (Balatka in Karpaš, 2009)

Absolutní výškovou polohou se Smrčská hornatina nijak neliší od zbývajících částí Jizerských hor. V čem je ale podstatný rozdíl je geologická stavba a morfografické rysy území.

Smrčská hornatina se od Jizerské liší tím, že nemá kompaktní charakter kerné stavby. Je tvořena dvěma rozsáhlými hřbety převážně Sudetského směru (SZ-JV) s odlišnou nadmořskou výškou hřbetnic. Prvním a rozsáhlejším z nich je Vysoký Jizerský hřbet a tím druhým, ležícím právě na polské straně území je Kamenický hřbet. Od sebe je oddělují hluboká podélná údolí řeky Kwisy a Malé Kamienné. Vysoký Jizerský hřbet se rozprostírá mezi Frýdlantskou pahorkatinou u Nového Města pod Smrkem a Jelenohorskou kotlinou u Piechowic. (Balatka in Karpaš, 2009)

S délkou okolo 28 km představuje Vysoký Jizerský hřbet nejrozsáhlejší dílčí hřbetovou jednotku celých Jizerských hor. Jeho šířka je v průměru okolo 4 km. Na západní straně Vysokého Jizerského hřbetu jsou svahy velmi příkré - od Bílého potoka se zvedají přes 700 m a příkřejší severní svahy mají sklon 15-25° - nejstrmější jsou horní úseky. Oproti tomu JV směrem příkrost kopců pomalu klesá až na 100-250 m z Velké Jizerské kotliny. Pro Vysoký Jizerský hřbet je typická poměrně stabilní nadmořská výška kupovitých a protažených vrcholů, zvedajících se většinou 30-70 m nad sedly. V okrsku Vysoký Jizerský hřbet se nachází hned dva nejvyšší vrcholy Jizerských hor – Smrk (1124,1 m n.m.) na českém území a Wysoká kopa (1126 m n.m.) na polském. (Balatka in Karpaš, 2009)

Hora Smrk (1124,1 m), podle které je i geomorfologický podcelek Smrčská hornatina pojmenován je nejvyšším bodem jak české části Smrčské hornatiny, tak i celé české části Jizerských hor. Nachází se přibližně 4 km od nejbližší obce Bílý Potok pod Smrkem, odkud k němu vede po strmých svazích hned několik turistických cest. Přímo přes plochý kupovitý dvojvrchol prochází státní hranice mezi Českou republikou a Polskem. Vyšší vrchol na české straně se jmenuje Smrk a nižší na polské straně Smrek (1123 m). Vrchol na polské straně není nijak speciálně označen, takže je nejlépe zaznamatelný z celkového pohledu na horu z vedlejších vyhlídek, jako je například Paličnick. Na vrcholu hory Smrk byla v roce 2003 postavena moderní kovová rozhledna s útulnou.

Smrk je geologicky velmi pestrý. Hornatina není samostatnou geologickou jednotkou - je součástí tzv. jizerského krystalinika a složením hornin se téměř neliší nejen od zbytku Jizerských hor, ale také sousedních Krkonoš. Z části je Smrčská hornatina na území tvořena rozsáhlým krkonošsko-jizerským žulovým plutonem, ale to pouze na jižním svahu NPR Tišina. Téměř celá hornatina představuje kontaktní dvůr plutonu, a proto je její geologické složení nejednotné. Smrk je tvořen nejen granitoidy typu žuly, ale především ortorulami, svory a fylity. (Demek, 1965) Na severních svazích Smrku došlo dokonce ke zrudnění kasiteritu a v malé míře i mědi a železa. Cínovec tu byl v minulosti i těžen, i když s ne moc bohatými výnosy. (Nádeník, 2008)

Různé druhy zvětrávání vytvořily na svazích Smrčské hornatiny množství balvanových moří, skalních výchozů, skalních hradeb a mrazových srubů, které budou ústředním motivem této diplomové práce.

Masiv Jizerských hor je prvním vyšším útvarem na severozápadním okraji krkonošsko-jesenické soustavy, a proto velmi výrazně ovlivňuje počasí a podnebí v širším okolí. Časté proměny meteorologických charakteristik podmiňuje i expozice a sklon svahů, horninové podloží, vegetační kryt, skalní útvary atd. (zejména proudění vzduchu, srážkové a teplotní poměry). (Kulasová, Bubeníčková in Karpaš, 2009)

Prakticky celé území patří do chladné klimatické oblasti. Průměrná roční teplota vzduchu se v Jizerských horách pohybuje v rozmezí 4 – 7°C; průměrné lednové teploty od -7 do -3 °C a průměrné červencové teploty v rozmezí 12 – 16°C. Léto je především krátké a mírně chladné. Zima je zde většinou dlouhá, chladná a vlhká. Pro jaro a podzim je typické mírné až mírně chladné klima. Dalším velmi

častým jevem v Jizerských horách je mlha. Působí vysokou vlhkost vzduchu a zejména ve chvíli, kdy se z ní stane námraza podchlazením vodních kapek, způsobuje např. rozpukávání skal. (Kulasová,Bubeníčková in Karpaš,2009)

Oblast je celoročně díky povětrnostním podmínkám velmi bohatá na srážky, kdy zde byly naměřeny i některé republikové rekordy. Průměrný úhrn srážek je zde 800 – 1 700 mm/rok . Sněhová pokrývka leží v průměru 140 – 160 dnů v roce a v nejvyšších polohách dosahuje v zimě mocnosti kolem 150 cm (někdy až 300 cm). (Kulasová,Bubeníčková in Karpaš,2009)

Těsně pod vrcholem Smrku začíná území rozlehlých pramenišť řeky Jizery, která vyvěrá z místních rašelinišť. Rašeliniště jsou po celý rok hojně zásobovaná srážkovou vodou a jsou také předmětem ochrany nejvyššího stupně. Rašeliniště působí jako přírodní retenční nádrže a jejich narušení by mělo pro široké okolí velmi negativní důsledky.(Lhotský,1963) Tvoří asi 13 km dlouhou hranici mezi ČR a Polskem. (Pilous in Karpaš,2009) Touto oblastí Jizerských hor také prochází hlavní evropské rozvodí mezi Baltským a Severním mořem. Východní a jihovýchodní část odvodňuje Jizera do Severního moře. Do Baltského moře odvádí vodu ze západní a jihozápadní části hor Lužická Nisa a ze severní části řeka Smědava. (Lhotský,1963)

Směry a sílu vodních toků určuje geologický vývoj území a tektonika. K severu Smrčské hornatiny, kde je výškový gradient mírnější, stéká potok Lomnice mezi Rapickou horou a Měděncem; mezi Měděncem a Sviňským vrchem Ztracený potok. Západním svahem stékají paralelně dva potoky – Malá a Velká rybí voda. Jižní svahy Tišiny odvodňuje Hájený potok, který pramení poblíž vrcholu Smrku a jehož tok je ze všech nejprudší.

Na severních úbočích Jizerských hor došlo v místech kontaktního dvora žuly s krystalickými břidlicemi a svory ke slabé mineralizaci pramenů. Zdejší kalcium-bikarbonátová kyselka s železitými ionty zásobuje lázeňské město Libverda. Jeden z pramenů Ztraceného potoka v údolí poblíž cesty mezi Měděncem a Sviňským vrchem je veřejnosti volně přístupný k odběru minerální vody. (Nádeník in Karpaš,2009)

Pro vodní režim v oblasti mají zásadní význam také lesní komplexy. (Pilous in Karpaš,2009) Smrk je z převážné části zalesněný, i když ne přirozenými porosty. Ty se ale zachovaly a jsou chráněny v NPR Jizerskohorské bučiny na svazích Tišiny. Dalším významným maloplošným chráněným územím je PP Klečoviště pod Smrkem, kde jsou chráněné zachovalé porosty kleče a kosodřeviny.



Původní lesy byly jedlobukové s klimaxovými smrčínami. (Sýkora,1971) Příchodem člověka do hor se začal zdejší biotop proměňovat. Zdejší buky sloužily jako surovina intenzivně těžená pro různé účely. Lesů v horách začalo ubývat a buky byly nahrazovány rychlerostoucími smrky. Časem byly Jizerské hory pokryty smrkovými monokulturami a tím se staly náchylnými vůči jakékoli změně prostředí. (Nevrlý,1960)

V nedávné minulosti (80.léta 20.stol.) byly Jizerské hory zasaženy negativním působením imisí oxidů síry a oxidů dusíku a byly zničeny přirozené lesní porosty v rozsáhlých plochách, především vrcholových partií. Největšími zdroji toxických látek jsou tepelné elektrárny v Polsku a Německu. Oslabené stromy byly napadané hmyzími škůdci a postihované větrnými polomy. Postupným odsiřováním elektráren v 90.letech 20.stol. se kvalita ovzduší zlepšila. Po ekologické katastrofě ale zůstávají především ve vrcholových partiích stále ještě torza mrtvých stromů.

Oblast Jizerských hor začala být soustavně chráněna od roku 1967-1968, kdy byla vyhlášena zvláště chráněným velkoplošným územím CHKO Jizerské hory. Tento způsob ochrany byl dále podpořen dalšími specifitějšími druhy ochrany porostů (viz výše). Na území byla vyhlášena i ptačí rezervace SPA a chráněná oblast vodních zdrojů CHOPAV a chráněné území Jizerská oblast tmavé oblohy chránící před světelným smogem.

Obr.6 : Vrchol Smrku, foto:autor, podzim 2010



## **6. GEOLOGICKÁ STAVBA ÚZEMÍ**

### **6.1 *Charakteristika geologických jednotek***

#### **6.1.1 Krkonošsko-jizerské krystalinikum**

Krystalinikum je již neměnná platforma složená ze starších samostatných geologických těles. Dlouhodobým vzájemným prolínáním hornin pod povrchem i na povrchu a horotvornými procesy vzniklo nejstarší konsolidované podloží, které nazýváme spodní geologickou vrstvou. (Chlupáč, 2002)

O spodní geologické vrstvě hovoříme od archaika (2600 Ma) přibližně do období variského vrásnění (380 – 300 Ma), které probíhalo na konci prvohor a které spojilo dílčí geologické části v pevný celek. (Chlupáč, 2002)

Krkonošsko-jizerské krystalinikum je součástí západosudetské oblasti Českého masivu a vzniklo pravděpodobně už v období svrchního a středního Kambria (prvohory, okolo 500 Ma). Nasvědčují tomu paleontologické důkazy z vrtů v oblasti Zhořelce (Görlitz). (Knotek in Karpaš, 2009)

Krystalinikum je komplex různých druhů krystalických hornin, většinou granitoidů prevariského a variského stáří, které při tuhnutí magmatu vykrystalizovaly do různé zrnitosti. (Knotek in Karpaš, 2009)

Součástí krkonošsko-jizerského krystalinika je mj. i krkonošsko-jizerský pluton tj. těleso velmi tvrdých magmatických hornin – granitoidů, které jím v době variského vrásnění (horotvorných procesů) prostoupilo, ale utuhlo pod povrchem. Tato tělesa jsou také nazývána batolity. Při svém postupu krystalinikem byly metamorfovány okolní horniny, které lze v současnosti najít na okrajích plutonů jako součást kontaktního dvora. (Chlupáč, 2002)

#### **6.1.2 Krkonošsko-jizerský pluton**

Plutony jsou rozsáhlá magmatická tělesa utuhlá pod povrchem, která vyplňují jádro klenbovité struktury. Střed plutonu je zpravidla hrubozrnný oproti jemnější struktuře krystalů na okrajích. Spodní ohraničení plutonů většinou není známo. Mohou se vyskytovat v celé škále tvarů závislých na hornině, do níž se magma vlévá a kterou vystupuje k povrchu. (Chlupáč, 2002)

Rozsahem tvoří plutony celá pohoří, jako např. zde. Plocha krkonošsko-jizerského plutonu je přibližně 1100 km<sup>2</sup> a je třetím nejrozlehlejší (620 km<sup>2</sup>) v ČR. Tvoří pohoří Jizerských hor a Krkonoš jak na českém, tak na polském území. (Knotek in Karpaš, 2009)

Stáří intruze (proniknutí) plutonu do krkonošsko-jizerského krystalinika spadá do období variského vrásnění (mezi 330-310 Ma) a hloubka intruze je odhadována na 7-10 km, délka asi na 65 km. Celkově jeho tvar připomíná ležatou osmičku, kdy nejužším místem je oblast v okolí Harrachova (asi 8 km). (Žitný, 1966) Hladina tělesa je téměř subhorizontální, mírně klenutá, strmější sklon má pouze při okrajích masívu, ten se vyznačuje slupkovitou stavbou. *„Hloubka tvorby magmatu mohla být okolo 20 km pod dnešním povrchem, při spodní hranici tzv. granitové vrstvy.“* (Klomínský, 1969, str. 94)

Pluton tvoří monotónnější, převážně kyselé porfyrické biotitické granity s přechody do granodioritů. Charakteristickou dekorativnost kamene dodává kombinace draselných živců růžové barvy s bílými plagioklasy. Plutonová tělesa, tvořená zpravidla granitoidy, při svém vzestupu zemskou kůrou metamorfovala okolní, převážně sedimentární, horniny. Oblast metamorfózy (působení tepla z magmatu) může dosahovat v kontaktních místech až 2 km a nazýváme ji příznačně kontaktním dvorem. Metamorfované horniny mohou obsahovat kovové rudy vysrážené v břidličnatých polohách. (Žitný, 1966)

V Krkonošsko-jizerském plutonu rozlišujeme mezi čtyřmi druhy „žuly“ (granitoidů). Tanvaldská žula je jako jediná jizerská žula dvojslídna (tvoří ji slídy muskovit a biotit) a stejněměrně středně zrnitá. Je také starší, než liberecká žula. Liberecká žula je složená z větších krystalů růžového živce a bílého plagioklasu. Jizerská žula je nejrozšířenějším typem a najdeme ji téměř po celých Jizerských horách, kde tvoří většinu skal. Fojteckými žulami jsou souhrnně označovány žulové balvany a desky, které jsou roztroušeny v dlouhém oblouku od Poledníku po osadu Novina na sever od Desné. Tento soubor granitů není vůbec homogenní a je zajímavý tím, že má větší množství tmavých minerálů a nižší obsah křemene bazičtější typ granitoidů). Stáří těchto žul bylo určeno na 320 milionů let. (Knotek in Karpaš, 2009)

Plutony vysílají do svého okolí četné žíly jemnozrnných granitů, aplitů a křemene, které výrazně metamorfují své okolí, převážně staropaleozoické regionálně metamorfované celky. (Knotek in Karpaš, 2009)

Vlivem různých období eroze byl krkonošsko-jizerský pluton obnažen a v současnosti vystupují na zemský povrch i jeho vnitřní části. Jizerské hory jsou pohořím vyzdvižených podél kerných zlomů a na jejich okrajích bývá pluton erodován rychleji než uprostřed těles, proto také na okrajích najdeme granitoidy hrubozrnější než v centrální části jizerských hor. (Žitný, 1966)

Plutonová tělesa velmi často tvoří tzv. vysokou exfoliační klenbu (bornhardt) nebo nízkou exfoliační klenbu (ruwar). Tato klenba je vypouklá a při působících erozních procesech začíná projevovat známky exfoliace, tj. odlupování granitoidů z povrchu po „slupkách“. Jizerské hory jsou tvořeny převážně ruwary. (Klomínský, 1969)

Granity jsou v našich podnebních podmínkách charakteristické velkou odolností a proto se na vrcholech a svazích nachází velké množství skalních výchozů. (Žitný, 1966)

Obr.7 : Mírně klenutá exfoliační klenba Smrku, foto: autor, jaro 2011



## 6.2 *Horniny a minerály*

Smrčská hornatina je tvořena pestrou škálou hornin oproti celkem monotónní žulové stavbě zbylé části Jizerských hor. Nejstaršími horninami na území celých Jizerských hor jsou místní svory a fylity, jejichž stáří je datováno ještě do období starohor (podle geologické pozice asi 550 milionů let) a vyskytují se na úbočích Rapické hory, Měděnce a Sviňského vrchu. (Knotek in Karpaš, 2009) Svory vznikly z jemnozrnných jílovitých sedimentů usazujících se na mořském dně. Působením nadcházejících tektonických a vulkanických procesů byly přeměněny a vykrytalizovaly v nepříliš metamorfované krystalické břidlice proměnlivého složení. Mají šedou až nazelenalou barvu a na území Smrčské hornatiny jsou často provrásněny čočkami sekrečního křemene. Z geologického hlediska jsou důležité tím, že se na nich později vysrážely rudy, které zde byly dolovány. Krystalické břidlice jsou zastoupené různými typy svorů, fylitů a dalších hornin složených z křemene a slíd, občas s příměsí živců. (Žitný, 1966)

Fylity jsou šedozelené břidličnaté horniny, které vznikly stejným procesem jako svory, pouze jsou složeny z jiného poměru jemnozrnného živce a slíd, mají leskle nazelenalou barvu a břidličnatější strukturu, protože neprošly tak silnou metamorfózou. (Knotek in Karpaš, 2009)

Hora Smrk a k ní přilehlé vrcholy jsou prakticky složené z ortoruly. Jedná se o metamorfovanou horninu, která je svým vzezřením a složením velmi podobná žule, ale oproti ní jeví známky zřetelného páskování krystalů, tj. střídání břidličnatě štípatelných pásků se zrnitými. Jakési stlačení a usměrnění horninotvorných minerálů, hlavně slídy (biotitu) a živce (porfyru). Je-li rula magmatického původu, tedy vznikla přeměnou vyvřelin, jako například zde, nazýváme ji ortorulou. Její stáří v Jizerských horách je odhadováno na 515-460 milionů let (měřeno různými izotopickými metodami). (Knotek in Karpaš, 2009) Ortorula ve Smrčské hornatině je výjimečná tím, že je oproti jiným rulám značně hrubozrnná s nepříliš vyvinutým páskováním. (Žitný, 1966)

Ortoruly se se staršími svory nestýkají bezprostředně, ale jsou proloženy tzv. leukokráttní rulou, příp. žulou. Polští geologové je nazývají leukogranity (odvozeno z řeckého bílý). (Knotek in Karpaš, 2009) Tyto horniny mají světlou barvu a jsou většinou všesměrné a hrubozrnné, na svazích Smrčské hornatiny jsou ale spíš jemnozrnné. Tělesa vystupují téměř po celé délce svorového pásma a kopírují jeho

směr. Popisované horniny jsou složené téměř výhradně z bílého živce a křemene s podřadnou příměsí slíd. (Knotek in Karpaš, 2009)

Horninou, která je nejtypičtější pro celé Jizerské hory a zasahuje i do jižního okraje Smrčské hornatiny, je jizerská nebo také centrální žula. Jde o jeden ze čtyř typů granitoidu, který vykrystalizoval uvnitř plutonového tělesa, stoupajícího k povrchu v době variského vrásnění, ale utuhlého pod povrchem. Proces chladnutí trval velmi dlouho, proto je zde hornina dostatečně krystalicky hrubozrnně vyvinutá. Jizerská žula tvoří téměř všechny výrazné vrcholy a vrcholové skály Jizerských hor. *„Petrograficky je jizerská žula určena jako porfyrický, středně zrnitý biotitický granodiorit až granit. V nejrozšířenějším vývoji je světle šedá s různými odstíny, mnohdy s narůžovělým nádechem. Vyrůstlice tvoří bělavé, často růžové a někdy až červené draselné živce o rozměrech 3-5 cm, výjimečně až 7 cm, lokálně s nápadnými lemy sodnovápenatých plagioklasů. Za příčinu zbarvení ortoklasů je obecně považována rozptýlená železitá substance.“* (Knotek in Karpaš, 2009, str. 120) Je hrubozrnně a nestejně zrnitá, všesměrně uspořádaná a tvrdá. (Knotek in Karpaš, 2009) *„Četné skalní výchozy a defilé výrazně porfyrického typu můžeme sledovat zejména v širším okolí Hejnic a Bílého Potoka.“* (Klomínský, 1969, str.12)

Vlivem vysokých teplot, tlaků a plynových exhalací stoupajícího magmatu se v exokontaktu tvoří nové nerosty a některé staré rekrystalizují. Ve svorech a fylitech se objevují nové vzácnější minerály jako je např. granát, turmalín nebo velmi tvrdý korund. Z této situace mohou v nejvíce postižených místech vznikat horniny zcela odlišné od původních. Ve Smrčské hornatině to jsou nejčastěji rohovce. *„Na geologických mapách se ale takovéto petrografické změny obvykle nezakreslují a místa výskytu se označují názvem předchozích břidlic, jimž se připisuje původní stáří, například svrchní starohory svorům změněným v postintruzivní rohovce.“* (Knotek in Karpaš, 2009, str. 130). Tyto rohovce můžeme vidět zastoupené jako skalní výchozy západním směrem od Lázní Libverda v několika pruzích až k chatě Hubertka. Jsou šedočerné, jemnozrnné i hrubozrnné, tvrdé a houževnaté proti zvětrání. Při podrobnějším zkoumání je lze rozlišit na rohovce slídnato-andaluzitové, andaluzitové či živcové. Šířka kontaktního dvora je v této oblasti asi 400 m. (Knotek in Karpaš, 2009)

Celé území Jizerských hor, Smrčskou hornatinu nevyjímaje, je prostoupeno křemennými žilami, které pronikaly puklinami a tektonickými poruchami v utuhlých

horninách. Tyto žíly jsou projevem dozínávajícího variského magmatismu a mají mocnost od několika milimetrů po metry, jejich délka je někdy pozorovatelná až do vzdálenosti kilometrů. Žíly křemene mají různá zbarvení podle generace jejich vzniku a příměsí, kterou obsahují.

Na linii styku jizerského žulového masivu s horninami kontaktně přeměněnými na svory a rohovce mladší žulou variského stáří. Původní starší nadložní horniny tvořily nepropustný strop nad žulovým plutonem a za vysokých teplot reagovaly se zbytkovými roztoky tuhnoucího žulového magmatu s uvolňovanými plyny. Tento složitý geologický proces zapříčinil vznik pestré série metamorfovaných hornin a minerálních asociací soustředěných do prostoru kontaktu dvou geologicky odlišných jednotek.

Na severních svazích svorového pásma Smrku došlo tlakem a teplem k rozpuštění původně rozptýleného cínového zrudnění prevariských granitoidů, remobilizaci rud a následnému vysrážení v tektonických puklinách nově vznikajících mladých metamorfitů typu svorů a rul ve formě kasiteritu a v menší míře i rud s obsahem mědi a železa (pyrhotin, chalkopyrit apod.). Tyto rudy leží v několikapatrových ložiscích tvaru úzkých čoček a nacházejí se ve svorech tvořících Rapickou horu, Měděnec, Sviňský vrch a pravděpodobně končí na svazích Závorníku. V minulosti byli na svazích Rapické hory a Měděnce dolováni. Není přesně známo období jejich vzniku, geologové spekulují, jestli je zrudnění prvohorního stáří nebo mladší. Podle studie masívu Klomínským, je zrudnění starší než plutonové těleso a není s ním tedy v genetickém vztahu. (Klomínský, 1969)

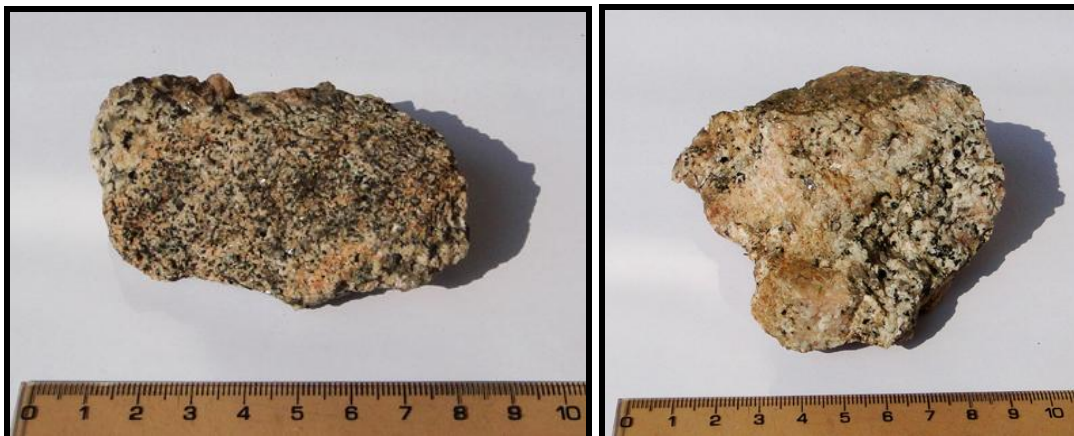
Stupeň cínonosti je v přímé závislosti na obsahu Sn v biotitu, resp. v hornině. Ukazuje se, že průměrný obsah Sn se v granitech pohybuje mezi 2,5-4 g/t. Magmatity Krkonošsko-jizerského masívu patří podle Klomínského do přechodní skupiny granitů s nižším stupněm cínonosti hlavně v povrchových vrstvách masívu. (Klomínský, 1969)

### 6.2.1 Hlavní typy hornin nalezené ve Smrčské hornatině

Obr.8 : Porfyrický, středně zrnitý biotitický granodiorit (jizerská žula), Tišina na Smrku, foto autor, 2011



Obr.9 a 10 : Příklady různé zrnitosti žuly, Tišina na Smrku, foto autor, 2011





Obr.11 : Kvarcit, Rapická hora, foto autor, 2011



Obr.12 : Fylit, Rapická hora, foto autor, 2011



Obr.13 : Svor s čočkou sekrečního křemene, Sviňský vrch, foto autor, 2011



Obr.14 : Sekreční křemen s příměsí Fe ve fylitickém svoru, Sviňský vrch, foto autor, 2011





### 6.3 Nerostné bohatství a jeho těžba

Ve Smrčské hornatině jako první našli prospektoři, pátrající primárně po zlatě a stříbře, sirnou železnou rudu pyrit. Síra ale způsobuje velkou křehkost vytaveného kovu, takže se ruda používala k obvyklé chemické výrobě vitriolu, jak se tehdy nazývala zelená skalice. První štoly byly raženy na svazích Měděnce, který se původně jmenoval Železná hora. (Nádeník, 2008)

*„Vitriol, nebo-li zelená skalice se získávala poměrně složitou cestou – ruda byla nejprve pražena, aby lépe podléhala zvětrávacím procesům, následně byla dlouhou dobu ponechána na haldě napospas atmosferickým vlivům, hlavně oxidaci sirníků železa a mědi – pyrrhotinu, pyritu a chalkopyritu. Výluh z haldy se průběžně jímá a suší. Takto získaná zelená skalice nacházela široké uplatnění jako mořidlo při barvení kůží, k výrobě inkoustu nebo k vyluhování látek, které potom sloužily jako barviva. Suchou destilací se z ní vyráběla kyselina sírová.“* (Ocman in Karpaš, 2009, str.196)

Další etapu hledání rud podnítilo založení cínového revíru na sousedním panství roku 1575. Kasiterit (cínovec) byl na svazích Smrku objeven v úzkém pruhu vedoucím přes Rapickou horu, Měděnec a Sviňský vrch. Cínová ruda byla těžena z několika centimetrů silných žilek šedavého křemene zv. cvitr protkávajícím místní svory. Cvitr obsahuje okem neviditelné množství cínovce. (Ocman in Karpaš, 2009)

Nejprve doly vznikaly poblíž skalních výchozů, kde prospektoři zkoumali žilkami cvitru prorostlé skály. Nejstaršími doly jsou Nebeské vojsko a Svatý

Erasmus na Měděnci a Bohatá útěcha na Rapické hoře. Všechny jsou známy už od roku 1580. Zdejší těžba se postupně rozrůstala, ale výnosy nikdy nebyly tak bohaté, jak se očekávalo. Poslední horník přestal v jednom z nejmladších dolů kutat v roce 1831. Při občasných geologických průzkumech následujících 120ti let se nepodařilo nalézt viditelný kasiterit ani nejzkušenějším geologům. Velikost cínovcových krystalků je zde pouze 0,06 mm, tím víc vyniká zkušenost dávných havířů, kteří dokázali okem nerozeznatelnou rudu nalézt a vytěžit. (Nádeník, 2008)

Ve 2.pol. 20.stol. byla znovu otevřena otázka možné těžby cínovce na Rapické hoře a Měděnci. V následujících letech bylo provedeno odvrtní dvou linií šikmých průzkumných vrtů do hloubky asi 130 m a celkem jich bylo provedeno 32. Stopy po těchto vrtech lze v lese nalézt ještě dnes – mají tvar čtvercové plošinky o straně asi 3 m.

Díky průzkumným vrtům bylo zjištěno, že: *„zrudnění není zcela průběžné a rozpadá se do několika samostatných celků oddělených hluchými odstavci. Rudní tělesa vytvářejí dvě a někdy tři paralelní polohy čočkovitého tvaru s proměnlivým obsahem cínu.“* (Nádeník, 2008, str. 26). Později byly provedeny průzkumné vrty ještě ve dvou etapách a to s výsledkem, že odhad v roce 1985 byl na 23 771 tun cínu po celé délce zrudnění ve Smrčské hornatině. Nejvýnosnější se jevila hornina u dolu Svatý Erasmus na Měděnci. V roce 1997 rozhodlo Ministerstvo životního prostředí ČR o vyřazení ložiska Nové Město pod Smrkem z bilance zásob České republiky a vyhledané volné zásoby cínových rud byly odepsány.

Největší množství cínu bylo vytěženo v 16. století (6 tun ročně), což svědčí o rychlém vyčerpání bohatých zrudnělých povrchových partií i o malém rozsahu rudních čoček. (Ocman in Karpaš, 2009)

Obr.17 : Vchod do štoly Děti Izraele, Rapická hora, foto autor, 2011



## 6.4 Geologický vývoj Smrčské hornatiny

Nejstaršími horninami, které nám dokládají historii vývoje Smrčské hornatiny, je komplex krystalických břidlic prekambrického až staropaleozoického stáří, které byly epizonálně a mezozonálně metamorfovány. (Klomínský, 1969) Svory a fylity, které tyto horniny tvoří, vznikly na našem území před asi 2500 miliony lety jako součást prvního horstva (doba assyntského vrásnění, v období starohor, kdy pevnina tvořila jednu desku (Pangea) a území se nacházelo na jižní polokouli, kde se začínala pevnina pomalu rozpadat. (Žitný, 1966) Svory a fylity se nacházejí především na severních svazích Smrčské hornatiny (Rapická hora, Měděnec, Sviňský vrch, Závorník), kde tvoří i vrcholová skaliska.

Období prvohor začalo doznívajícím mladoassyntským vrásněním, při kterém vystoupil a utuhl pod povrchem lužický pluton. Horniny lužického plutonu tvoří dnešní ortoruly na území Smrčské hornatiny a jsou pravděpodobně součástí nejstaršího plutonu na celém území ČR. (Žitný, 1966)

V době kambria (začátek prvohor – asi 500 Ma) a ordoviku zde vzniklo horstvo, které bylo následně velmi rychle snižováno erozí (denudačním procesem) trvajícím asi 200 Ma. V oblasti krkonoško-jizerského krystalinika alespoň na některých místech předpokládáme spodnokadomskou záplavu mořem. Probíhající kadomská eroze obnažila i masivy hlubinných hornin (granitoidů), které v krystaliniku tvoří plutonová tělesa a pohoří zarovnala téměř do roviny. Charakter sedimentů z tohoto období svědčí o teplém klimatu. (Žitný, 1966)

Později v prvohorách (v období siluru – okolo 430 milionů let) bylo území zaplaveno mořem, které zde erodovalo povrch ještě v době devonu, na jehož konci přišlo variské vrásnění (=hercynské). (Žitný, 1966) Variské vrásnění bylo obecně pro ČR nejdramatičtějším horotvorným obdobím vůbec. Jeho stěžejní část probíhala v mladších prvohorách v období karbonu (354-298 Ma). (Chlupáč, 2002)

V této době na území západosudetské oblasti začaly postorogenně (bez tektonických tlaků) z hlubin země vystupovat zemskou kůrou dva plutony – lužický a krkonoško-jizerský. Druhý jmenovaný je základní geologickou jednotkou krkonoško-jizerského krystalinika. Oba plutony utuhly pod povrchem a tím stmelily dílčí geologické desky v geologickou krystalickou platformu. Metamorfovaly okolní horniny a současně byly vyzdvížené povrchy velmi intenzivně erodovány. Už v době permu (mladší prvohory) byly díky silné erozi obnaženy nejvýše položené části plutonu a ten byl pak více než 200 milionů let vystaven tropickému klimatu a



především chemickému zvětrávání. (Žitný, 1966) Dnes tato oblast tvoří základ NPR Tišina Smrčské hornatiny.

Oblasti, ve kterých byly horniny metamorfovány stykem s vystupujícím plutonem, říkáme kontaktní dvůr a ten tvoří podstatnou část Smrčské hornatiny. Proces pronikání plutonů na povrch a metamorfóza okolních hornin se odehrávaly přibližně před 320 – 310 miliony lety tedy do období svrchního karbonu. (Žitný, 1966) V období karbonu se pravděpodobně litosferická deska přesouvala z jižní polokoule přes rovník na severní polokouli. (Chlupáč, 2002)

V pozdějších geologických etapách druhohor a starších třetihor k žádným významnějším horotvorným změnám nedošlo a oblast byla opět zarovnáována (denudována). Z pohoří se během více než 200 milionů let stala vrchovina s mělkými údolími, zarovnanými povrchy a mocnou vrstvou zvětralin.

Dnešní vysokohorský ráz Jizerských hor byl dán saxonskou tektogenezí, která probíhala v evropském rozsahu od konce druhohor. Vnitřními tlaky a pnutím při nasouvání litosferické desky Afriky k evropské vznikal alpsko–karpatský systém. Součástí saxonské tektogeneze byla i alpinská orogeneze, která se na českém území projevila zejména na konci třetihor a doznívala na konci čtvrtohor (Chlupáč, 2002) a byla typická spíše slabými a nepřímými odeznívajícími tlaky; přesto způsobila rozlámání konsolidované desky Českého masivu na jejích okrajích a tím její zdvihy a poklesy. Jizerské hory byly vyzdviženy podél zlomů o 500 – 700 m. Nejvýrazněji se pohoří zvedlo na severu právě ve Smrčské hornatině a to ve směru SZ-JV. (Knotek in Karpaš, 2009)

Zvýšený spád pohoří zintenzivnil sílu vodních toků a tím dopomohl k rychlejší erozi svahů. Pro dnešní ráz krajiny jsou typické ploché kupy, zarovnané povrchy (etchplény), zaoblené hřebety a široká údolí. Na okrajích jsou příkré zlomové svahy s mladými ostře zařízlými údolími vzniklými odnosem zeminy vodními toky. (Knotek in Karpaš, 2009)

Dnešní hlavní charakteristické rysy Smrčské hornatiny vznikly až ve čtvrtohorách při doznívající saxonské tektogenezi a pleistocéním zalednění blízkého okolí. Smrčská hornatina byla vystavena periglaciální erozi, která zanechala po celém území výrazné stopy. Pod vrcholem Smrku najdeme suťové pole, dále rašeliniště ze kterých vyvěrají první prameny Jizery, skaliska téměř na každém vrcholu Smrčské hornatiny, skalní výchozy s mrazovými sruby a skalní hradby, častá balvanová moře na úbočích okolních kopců atd. (Žitný, 1966)

Tab.1: Přehled geologického vývoje území, podle Chlupáče (2002), Žitného (1966) a Klomínského (1969)

Éra	Útvary	Ma	Proces	Důsledek	Vznik horniny
4H	holocén	současnost	Antropogenní činnost	Montánní činnost, terénní úpravy, cesty, stavby	sedimenty
	pleistocén	1,8-0,1	Vyzdvižení Západních Sudet oproti severočeské křídové tabuli, zalednění severního podhůří pevninským ledovcem	Mohutná denudace krystalických břidlic, odkrytí plutonu přibližně do dnešní velikosti, periglaciální eroze	sedimenty
3H	neogén	24-1,8	Tektonický neklid	Rozpad a posun ker, změna toku vody-rozrušování činností vody, vyzdvižení nejen smrku, ale také okolních kopců	Sedimenty, holorovina na vrcholu Smrku
	paleogén	65-24	Saxonská tectogeneze, tektonický neklid	Vytváření sedimentárních kotlin v okolí Smrč. hor.	Křemenné žíly, aplity
2H	křída	140-65	Tropické klima	Zvětrávání skalního podkladu	sedimenty
	jura	200-140	Tropické klima	Zvětrávání skalního podkladu	sedimenty
	trias	250-200	Tropické klima	Zvětrávání skalního podkladu	sedimenty
1H	perm	298-250	Tropické klima	Obnažení plutonového tělesa, zvětrávání	sedimenty
	karbon	354-298	Variské vrásnění, tektonická činnost, na konci období vystoupení postorogenního krkonošsko-jizerského plutonu	Rozlámání ker podél radiálních zlomů, poklesy a přesmyky bez většího významu, vytvoření kontaktního dvora plutonu	Granitoidní horniny (žuly), metamorfované horniny, kvarcit, leukogranit, vznik netypických minerálů

	devon	410-354	Mladokaledonské vrásnění, vulkanismus	Orogeneze, konsolidace desek	Metamorfozy sedimentů, rohovec
	silur	440-410	Území zaplaveno mořem	Denudace povrchu	sedimenty
	ordovik	490-440	Intenzivní působení exogenních činitelů, později záplava mořem	Denudace povrchu	sedimenty
	kambrium	545-490	Intenzivní mladoassyntské vrásnění	Vystoupení a utuhnutí lužického plutonu	ortoruly
<b>Starohory</b>		2500-545	metamorfóza sedimentárních hornin, assyntské vrásnění, vulkanismus	Orogeneze	Svory, fylity

Obr.18 : Intruzivní těleso živce v žulovém balvanu, foto: autor, jaro 2011





## 7. GEOMORFOLOGICKÉ PROCESY

Geomorfologické procesy jsou činnosti země, které vytváří její povrchové tvary a vysvětlují jejich vznik. Aby byl geomorfologický tvar správně určen, je potřeba znát jeho geologický vývoj, při němž působily síly endogenní (vnitřní) a později ho formovaly síly exogenní (vnější). Tyto dva pochody pracují ve své podstatě proti sobě. Jedna činnost hory vytváří, druhá materiál z povrchu přenáší. Do vnějších tvarů povrchu je otisknuta celá vývojová minulost krajiny; tyto procesy se odehrávají miliony let v různém měřítku a jejich projevy dělíme dále na makrotvary, mezotvary a mikrotvary. (Balatka in karpaš, 2009)

Makrotvary velikostí odpovídají pohořím a horám, mezotvary jednotlivým typům skalních výchozů a mikrotvary formují procesy odehrávající se na mezotvarech reliéfu.

Na utváření geomorfologických tvarů se podílí různí exogenní činitelé, podle kterých jsou erozní formy determinovány. Je to především voda, vítr, mráz, ale také chemické a antropogenní zvětrávání. Každý tento erozní proces po sobě v krajině zanechává specifické stopy, podle kterých jsou tvary reliéfu geneticky zařaditelné. Dalším determinantem geomorfologického tvaru je složení hornin, které v sobě nese předpoklad určitých erozních tvarů. (Balatka in Karpaš, 2009)

### 7.1 Geomorfologická odolnost hornin

Reakce na změny teploty a tlaku prostředí jsou podle druhu hornin různé. V zeměpisných šířkách Smrčské hornatiny jsou granity velmi odolné horniny, v tropickém prostředí oproti tomu zvětrávají do velikých hloubek.

Geomorfologickou odolnost hornin podmiňuje:

- složení minerálů
- velikost krystalů
- struktura horniny
- propustnost vody
- tepelná vodivost

Smrčská hornatina má na svém území především **horniny velmi odolné a středně odolné**. Nejtvrdším minerálem, který zpravidla svým množstvím určuje

odolnost horniny je křemen ( $\text{SiO}_2$ ). Mezi velmi odolné horniny patří sekreční křemeny, granity a ortoruly a mezi středně odolné svory a fylity. (Balatka in Karpaš, 2009)

Jizerská žula je velmi odolná hornina, která zvětrává nerovnoměrně. To je dáno zejména velikostí zrn, kdy vypreparované vyrostlice orthoklasů vynikají i po zvětrání horniny a skála se tak stává ostrou na dotek. (Letošník, 1962)

Jemnozrnné horniny se rozpadají ostrohraně a nevytvářejí povrchové skupiny zaoblených balvanů. Hrubozrnné naopak zaoblené skupiny balvanů tvoří.

Obr.19 : Skalní blok s ostřejšími hranami, foto: autor, jaro 2010



## 7.2 Geneze chování plutonů

### 7.2.1 Pukliny

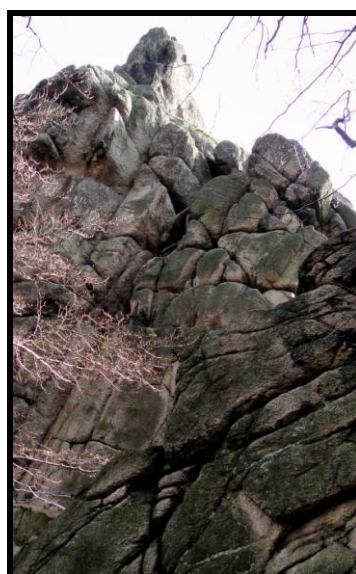
Jednou z významných vlastností hornin je jejich odlučnost, která představuje rozhodující prvek pro budoucí modelaci skalních útvarů. Podle směru dělitelnosti hornin se vyvíjí puklinové systémy a podél nich probíhají první erozní procesy. (Letošník, 1962) Primární pukliny vznikají již při tvoření horniny při tuhnutí magmatu, sekundární dělitelnost je způsobena vlivy, které působily na horninu v dalších obdobích po utuhnutí. Sekundární pukliny většinou navazují na primární.

Odlučnost hornin je výsledkem napětí, které vyvolává v chladnoucím tělese kontrakce. Smršťování magmatu při tuhnutí ovlivňuje jeho odlučnost, kdy se kontrakce setkává v horninových tělesech v různých směrech s odporem. (Balatka in Karpaš, 2009)

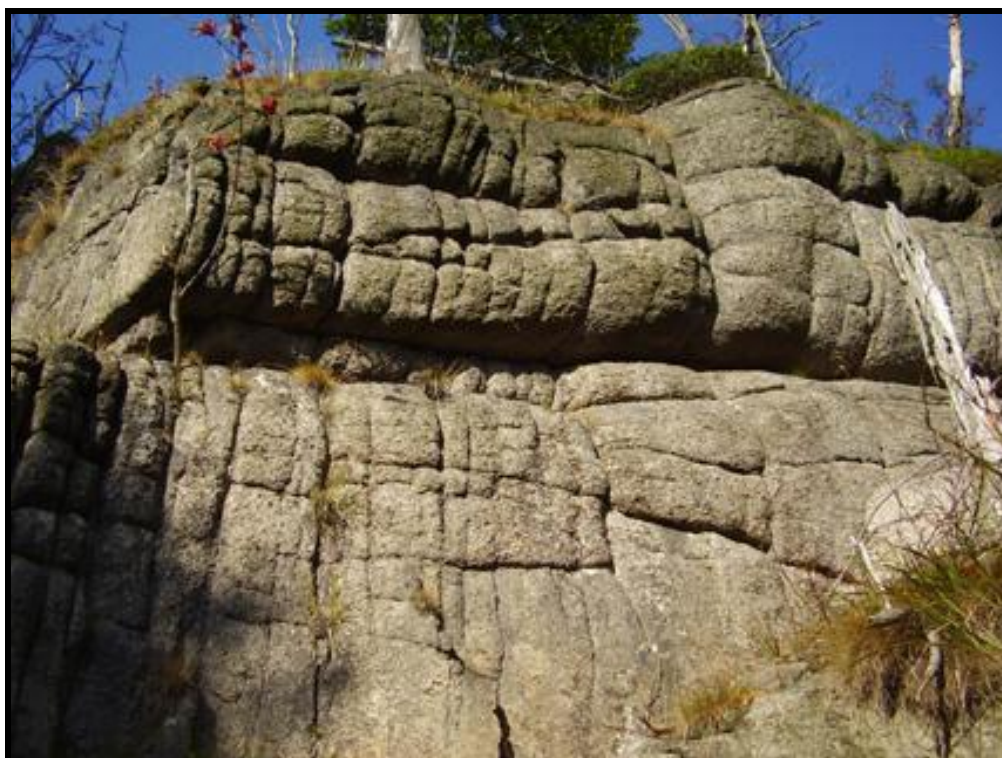
Při chladnutí žulového tělesa vznikla podle Klomínského (1969) síť puklin dvou hlavních typů:

1. **Plošně ukloněné pukliny**, které bývají obvykle vyplněné aplity a biotitickými drobnozrnými žulami. Směr puklin souhlasí s průběhem klenby a vychází od středu struktury ke zdroji výplně.
2. **Strmé systémy** bývají často vějířovitě uspořádány a pokračují směrem do hloubky masivu a jsou také většinou vyplňovány aplitem a porfyrem

Obr.20 a 21 : Skalní pukliny na Věži grálu, tišina, foto: autor, jaro 2010



Obr.22 : Skalní pukliny, NPR Tišina, foto: autor, jaro 2010



### 7.2.2 Exfoliace

Nastane-li přerušení souvislosti chladnoucí horniny podél ploch rovnoběžných s povrchem, vzniká tím odlučnost deskovitá. Exfoliace je typická zejména pro pohoří tvořená nízkou nebo vysokou klenbou typu ruwar nebo bornhardt. (Balatka, Rubín a kol., 1986)

*„Exfoliace (též deskvamace) je jev, jehož podstatou je odlučování miskovitě nebo cibulovitě prohnutých horninových slupek různé tloušťky, podél puklin rovnoběžných s povrchem.“* (Hrádek M., 1972, str. 163)

Příčinami tohoto jevu jsou podle Hrádka (1972) pravděpodobně změny teploty v důsledku denních a sezónních režimů, chemické zvětrávání a nebo důsledek odlehčení horniny, kdy je těleso granitu obnaženo od vrchních sedimentů a začne se rozpínat. Tato odlehčení byla způsobena hlavně na konci třetihor, v pliocénu. (Hrádek M., 1972) Podle mocnosti slupek je odlučnost dělena na desky nebo šupiny.



Obr.23 : Exfoliační desky, NPR Tišina, foto: autor, podzim 2010.



Obr.24 : Exfoliační šupiny, NPR Tišina, foto: autor, jaro 2010



### **7.3 Exogenní geomorfologické procesy**

Exogenní, tedy vnější erozní procesy jsou závislé na energii zvnějšku. Jsou energeticky zapříčiněny slunečním zářením, energií gravitace, rotace a přitažlivostí Měsíce a Slunce. Působí prakticky všude na zemském povrchu a nepřetržitě, jen s různou intenzitou.

Zarovnávají, snižují a vyplňují primární nerovnosti vzniklé vnitřními procesy. V závislosti na zeměpisné šířce a nadmořské výšce se mění působící činitelé.

#### **7.3.1 Chemické zvětrávání**

Chemická eroze je způsobena povrchovými činiteli, kteří mění složení minerálů a hornin. Vliv vody a teplot vzduchu jsou pro chemické zvětrávání zásadní, další významnou složkou je činnost organismů.

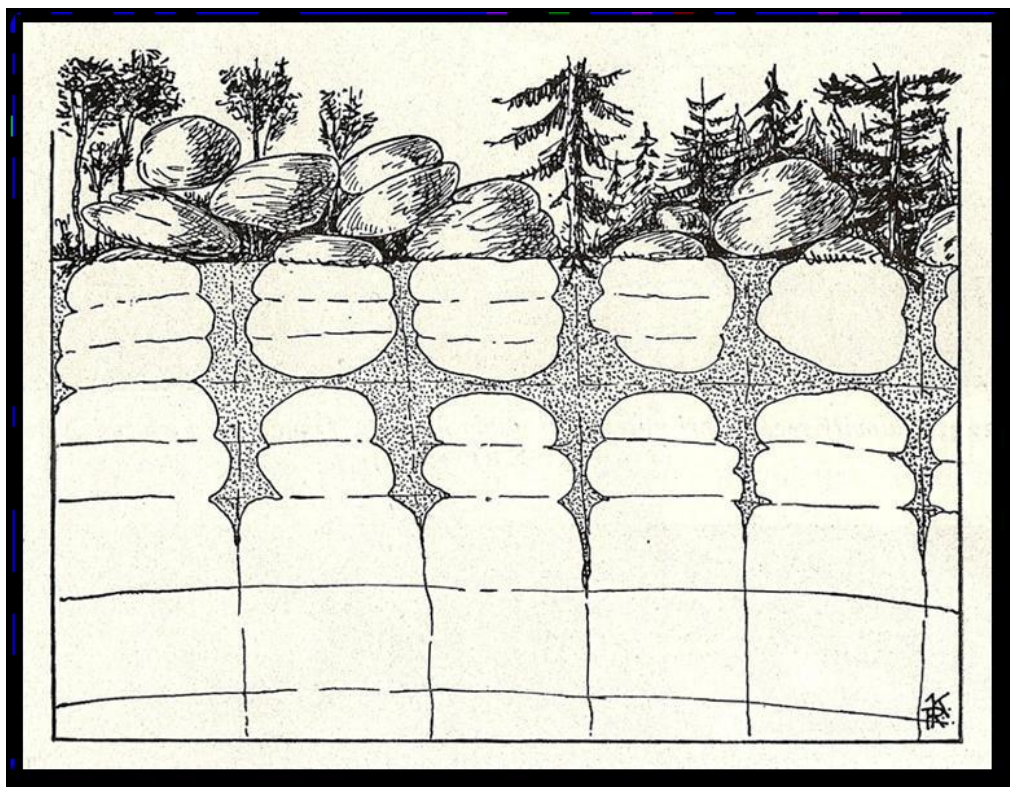
Voda z povrchu prosakuje do značných hloubek a napomáhá narušování skrze pukliny. Změna fyzikálních a chemických vlastností dává vzniknout novým minerálům, které dále mění složení a chování hornin. Hlavní pochody pro chemické zvětrání jsou rozpouštění a hydrolýza. (Letošník, 1962) Dílčím pochodem je biogenní zvětrávání, které pomocí mikroorganismů a rostlinného pokryvu dále narušuje celistvost horniny.

Nejrychlejší chemické zvětrávání granitoidů probíhá v tropickém klimatu. Na území Smrčské hornatiny tyto procesy působily v mladších prvohorách a starších druhohorách, kdy se území nacházelo v oblasti rovníku. V této době byl pluton erozí odkryt od povrchových vrstev a obnažen vystaven agresivním chemickým procesům. V současnosti počítáme, že jsou skalní výchozy jádrem plutonového tělesa. (Žitný, 1966)

Chemické zvětrávání skály eroduje podél puklin, zaobluje je a odseparovává. Na povrchu jsou obnažené skály už vytvarované pod povrchem. Touto cestou vznikají v mezoformách tzv. žokovité skály a balvany (viz obr.24). V mikroformách jsou tímto procesem projevy různých prohlubní, skalní fasety a spolu s fluvialní a mrazovou činností tvoří také skalní mísy.



Obr.25 : Znázornění procesu chemického zvětrávání a rozpadu žuly (Kettner, 1955).



Obr.26 : Žokovitá skála se skalními fasetami, Kočičí kameny, foto:autor, jaro 2011



### 7.3.2 Kryogenní (periglaciální) eroze

Kryogenní erozí, procesy zapříčiněné mrazovým zvětráváním, vznikla řada typických tvarů skal především v NPR Tišina, ale také ve vrcholových partiích Měděnce a Sviňského vrchu.

Tříštění hornin je způsobené hlavně střídáním zamrzání a rozmrzání vody v puklinách. Nejintenzivnější eroze zde probíhala ve studených obdobích pleistocénu (starších čvrtohor), kdy ležel v těsné blízkosti Smrčské hornatiny pevninský ledovec. Zónám poblíž ledovce, kde je mrazové zvětrávání nejintenzivnější říkáme periglaciální. V těchto zónách působí intenzivně nejen mráz, ale také eolická a fluviální činnost. (Balatka in Karpaš, 2009)

Ve Smrčské hornatině vznikla pomocí mrazového zvětrávání celá řada mezoforem i mikroforem reliéfu. Jsou však podstatné rozdíly v množství a detailní modelaci tvarů, podle toho, zda probíhalo v žulách, ortorulách nebo svorech.

Jako důsledky činnosti mrazu v periglaciální oblasti najdeme ve Smrčské hornatině převážně mrazové sruby, skalní hradby, skalní hříby, balvanová moře a suťové pole na západním úbočí Smrku.

Obr.27: Mrazový srub ve svorech, Měděnec, foto: autor, podzim 2010





Obr.28 : Mrazový srub, NPR Tišina, foto:autor, jaro 2011



### 7.3.3 Svahové procesy

Jedním z nejdůležitějších činitelů je gravitační síla, na které další exogenní činitele závisí. V případě rozpukaných, zvětralých nebo mrazem narušených skal působí gravitační síla, jako zásadní činitel, který nakonec zapříčiní pád, řícení nebo rozpukání skály.

Nejčastěji jsou svahové procesy zapříčiněné působením vody a mrazu spolu s gravitační silou a sklonem svahu při jarním tání. Pomocí vnitřních tlaků zmrzající a roztávající vody uvnitř puklin vzniká odtrhávání skalních

bloků nebo jednotlivých kamenů a jejich následné řízení svahy. (Kettner, 1956) Svahové procesy dělíme podle rychlosti pohybu na řízení, sesuvy a ploužení. Paradoxně nejzásadnější význam má proces ploužení, který je sice z našeho hlediska pomalý, ale vytrvalý (probíhá prakticky neustále) a intenzivní.

Kameny hromadící se ve svazích a na jejich úpatí nazýváme balvanovým nebo kamenným mořem a jde o akumulaci zřícených mezoforem větších rozměrů nebo z podloží jinak vypreparovaných tvarů.

Svahové procesy bývají velmi často doprovodným jevem primárně jiných exogenních procesů, např. fluvialní, eolické nebo antropogenní eroze.

Obr.29 : Balvanové moře, NPR Tišina, foto: autor, jaro 2011





Obr.30 : Kamenné moře, NPR Tišina, foto: autor, podzim 2010



#### 7.3.4 Fluviální eroze

Eroze je zapříčiněna činností tekoucí vody, která má dvě podoby: a) plošný odtok, b) liniový odtok. Fluviální procesy začínají na svazích erozí půdy dopadem dešťových kapek, ty dále tvoří erozní rýhy s malými potůčky a odnášejí horninový a půdotvorný materiál do větších, většinou liniových odtoků v údolích. Odnosem jemných částí povrchu jsou odkrývány jeho hrubší složky jako balvany nebo větší skalní bloky. Plošným odtokem z příkrých svahů je většinou povrch podemílán a po deštích s větším úhrnem srážek může dojít k výraznějším svahovým pohybům.

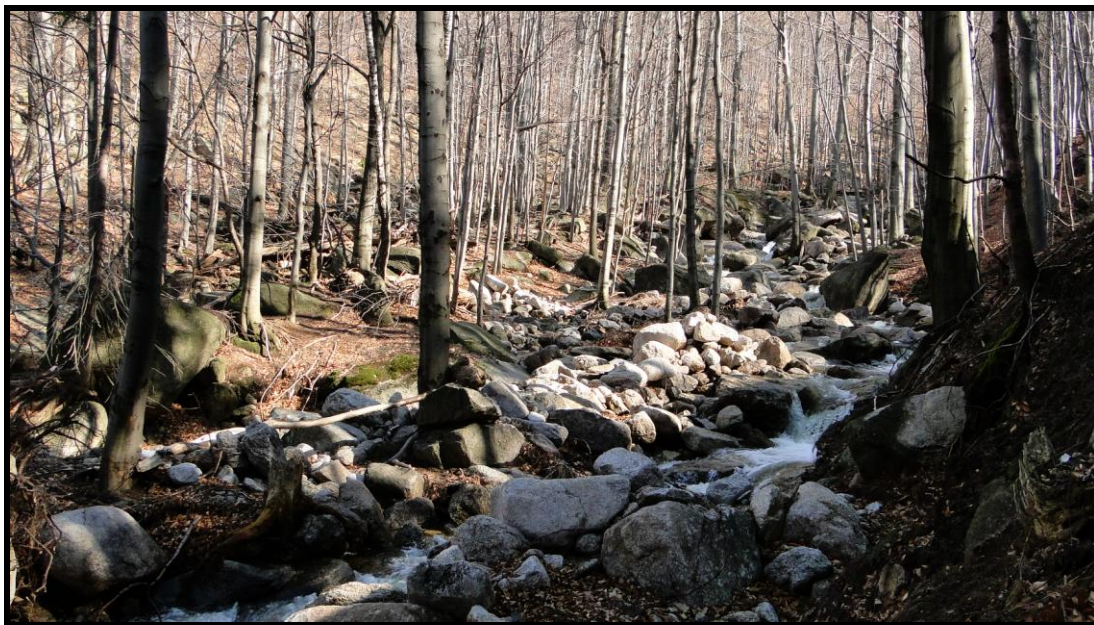
Na území Smrčské hornatiny jsou fluviální erozí způsobené geomorfologické tvary jako je ron, erozní rýhy a koryta vodních toků s prudším spádem. V mikroreliéfu tvarů vznikají činností deště na vrcholcích skal skalní mísy. Dešťová a atmosferická voda (mlha) je ale také doprovodným činitelem ostatních erozních procesů.



Obr.31 a 32 : Erozní rýhy způsobené fluvialní činností, NPR Tišina, foto: autor, jaro 2011



Obr.33 : Koryto Hájeného potoka v údolí Tišiny, foto: autor, jaro 2011



### 7.3.5 Eolická eroze

Eolická eroze je proces, při kterém jsou horniny obrušovány činností větru, který obsahuje grus (drobné brusné úlomky). Toto zvětrávání bylo nejintenzivnější v období pleistocénu v průběhu dob ledových, kdy je eolická činnost velmi silná hlavně kvůli neustále proudícímu silnému větru a téměř žádnému rostlinnému pokryvu. Hornina je obrušována postupně v nejměkčích částech, tím vznikají povrchové nerovnoměrnosti a perforace.

Ve Smrčské hornatině jsou eolickou činností tvořeny mezoformy hříbovitých tvarů (méně či více vyvinuté), viklany, skalní okna a skalní perforace. Činnost větru u granitoidních hornin je jen nápomocná dalším erozním procesům. Skalní hříby jsou typické pro aridní oblasti, proto hříby ve Smrčské hornatině jsou spíše hříbovité útvary, které dost možná vznikaly už pod povrchem chemickým zvětráváním. (Letošník, 1962)

Obr.34 : Skalní hřib, Kočičí kameny, foto: autor, podzim 2010





### 7.3.6 Antropogenní eroze

Antropogenní tvary v krajině jsou způsobené činností člověka. Tento způsob vzniku geomorfologických tvarů je velmi mladý, ale o to rychleji a drastičtěji je krajina přeměňována. Odehrává se zejména mechanickými a v menší míře chemickými procesy. Při mechanické činnosti je horninové podloží těženo, lámáno, přenášeno a upevňováno; a při chemickém znečišťováno, naleptáváno a rozkládáno chemickými činidly.

Ve Smrčské hornatině se činnost člověka otiskla velmi významně. Nejstarší činností člověka, po které jsou stále na povrchu i v nitru Rapické hory, Měděnce a Sviňského vrchu vidět stopy, je montánní činnost. Povrch severních svahů těchto vrchů je doslova zbrázděný příkopy, haldami, pinkami, vchody a průduchy vedoucími do štol a povrchovými valy hlušiny. Těženou horninou tu byl kasiterit, ze kterého se získávala cínová ruda. Procesy jeho získávání z horniny probíhaly chemickou cestou (popsáno v kapitole Nerostné bohatství a jeho těžba).

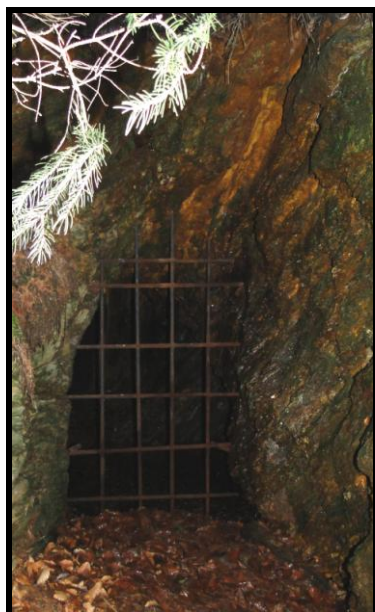
Dalšími stopami po antropogenní činnosti je velké množství cest, které jsou nově i asfaltovány, velké množství lesních průseků, staveb (chaty, rozhledna a útulna na vrcholu Smrku, přístřešky a odpočívadla, mosty) a skal těžených pro kámen ke stavebním účelům.

Obr.35 : Skála těžená jako stavební kámen, Kočičí kameny, foto:autor, jaro 2011;



Obr.36 : Pozůstatky po montánní činnosti, Rapická hora, foto: autor, podzim 2010

Obr.37 : Vstup do štoly Nadílka štěstí, Měděnec, foto: autor, podzim 2010



Obr.38 : Pinka okolo důlního díla Rapold, Rapická hora, foto: autor, podzim 2010





Obr.39 : Halda u dolu Svatý Erasmus, Měděnec, foto: autor, podzim 2010



Obr.40 : Asfaltová silnice pod vrcholovou partií Smrku, skalní blok odstřelený kvůli stavbě cesty, lesní průsek a vytěžené dřevo, foto: autor, jaro 2010





## **7.4 Geomorfologická charakteristika Smrčské hornatiny**

Jizerské hory jsou kerným pohořím vyzdviženým v průběhu třetihor podél zlomů. Smrčskou hornatinu tvoří dvě morfotektonické jednotky – Jizerský a Kamenický hřbet, které dělí údolí Kwisy na polské straně hor. Tektonický původ Smrčské hornatiny dokazuje i věnec vrchů okolo hory Smrk, které zdůrazňují stupňovitost vyzdvižených hřbetů. (Balatka in Karpaš, 2009)

Vyzdvižením pohoří vznikly strmé svahy, které zdynamizovaly proud vodních toků, vystavily svahy eolické činnosti a v pleistocenních dobách ledových mrazovému zvětrávání. Od starších druhohor byl krkonošsko-jizerský pluton erodován chemickými procesy do značných hloubek a skalní výchozy jimi vytvarované byly ve čtvrtohorách obnaženy a dále formovány.

Vliv vlastností hornin se uplatňuje ve vývoji povrchových tvarů zejména středních a malých rozměrů. Hora Smrk je složena především z ortoruly, ta vytváří zaoblený dvojvrchol hory bez skalních výchozů. Jen na východním úbočí najdeme PP Klečoviště pod Smrkem, kde se nachází jako důsledek čtvrtohorní kryoplanace suťové pole.

Ve vrcholových partiích Měděnce a Sviňského vrchu najdeme množství mrazových srubů vzniklých ve svorech, které jsou menších rozměrů, ale rozkládají se na větší ploše. Svory tvoří příkrovy a jsou rozpukávány podél břidličnatých struktur.

Na vrcholech ani ve svazích Rapické hory a Závorníku se žádné skalní výchozy nevyskytují.

Jižní svah Smrku, NPR Tišina, je oproti tomu skalními výchozy doslova posetý. Zasahuje sem ještě žulové těleso plutonu a proto jsou místní skály rozličných mezoforem typických pro žulové skalní výchozy. Najdeme zde Mrazové sruby, skalní věže, skalní hradby, skalní hříby, skalní okna a perforace, balvanová moře a další blíže nespecifikované skalní bloky a výchozy. V mikroformách se zde vyvinuly např. skalní plotny, typické jsou exfoliační desky a šupiny, různé druhy puklin a např. skalní mísy.

Všechny tyto tvary budou podrobněji popsány a lokalizovány v další kapitole.

## 8. TYPOLOGIE SKALNÍCH TVARŮ

K co nejpřesnější charakteristice skalních tvarů v tomto výzkumu, poslouží fotografie lokalizovaných skal ve Smrčské hornatině porovnané s typologií skalních tvarů podle B. Balatky, J. Rubína a kol. z publikace *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů* (1986). Jako další geomorfologickou studii použiji kapitolu z knihy *Jizerské hory- O mapách, kamení a vodě* (Karpaš, R. a kol., 2009) Skalní útvary Jizerských hor od V. Pilouse.

V určování typologie skal je zcela zásadní rozdělení erozních tvarů na mezoformy a mikroformy reliéfu. Skalními mezoformami reliéfu jsou tvary o velikosti desítek metrů až stovek metrů čtverečných, které tvoří svébytné skalní útvary. Mikroformami jsou takové tvary reliéfu, které se vyvinuly na skalních mezorofmách a které mají velikost řádově menší než jeden metr čtverečný.

Sami autoři v publikacích uvádějí, že na rozdělení forem nelze bezvýhradně lpět. Je potřeba tvary definovat v rámci jejich prostředí a závěrečné posouzení nechat na citu autora příslušné studie.

Typologie skal v příloze této diplomové práce je charakterizována následnými mezoformami, ke kterým jsou zároveň určovány mikroformy reliéfu. Všechny skály nebylo možné zařadit, proto jsem zvolila i jednu mezoformu neurčitého charakteru, do které jsem zařadila nejednoznačné polygenetické tvary. Každá mezoforma i mikroforma bude popsána a doplněna ilustrativní fotografií autora.

## **8.1 Mezoformy reliéfu**

### **8.1.1 Skalní hradba**

Skalní hradba je charakteristická rozsáhlou plochou základny. Její rozloha výrazně převažuje nad výškou. Od mrazového srubu se liší tím, že obvykle tvoří vrcholovou část elevace, při které všechny stěny ční nad okolím. Její charakter neurčují pukliny.

Vznik skalní hradby je vysvětlován několika fázemi vývoje, při jejich začátku stálo mrazové zvětrávání.

Ve Smrčské hornatině se skalní hradby vyskytují zejména v NPR Tišina, kde tvoří převážnou část skalních mezoform. Zajímavostí zde je, že většinou nejsou ve vrcholových partiích, ale podél svahů. Zejména v těch nejprudších svazích jsou skalní hradby nízké a protáhlé směrem do údolí a tvořené exfoliačními deskami, často doprovázeny mikroreliéfem skalních ploten. Není ojedinělým jevem, když se skalní hradby vyvíjí do rozpadu na balvanové moře-tento jev je nejčastěji k vidění v oblasti Francouzských kamenů, kde jsou skalní hradby z velké části tvořeny žokovitými balvany. Okolo skalní skupiny Tišina jsou skalní hradby už velmi typického charakteru ve vrcholových partiích.

Obr.41 : Skalní hradba ve vrcholové partii, Tišina, foto: autor, jaro 2011





Obr.42 : Nízká skalní hradba vedoucí po svahu do údolí Hájeného potoka, Tišina,  
foto: autor, jaro 2010



Obr.43 : Rozpadlá skalní hradba, Francouzské kameny, foto: autor, jaro 2010





### 8.1.2 Žokovité skály

Mezoforma žokovitých skal vzniká výhradně chemickým zvětráváním pod povrchem reliéfu, kdy jsou původně kvádrové bloky zaoblovány prosakující povrchovou vodou s následnými procesy hydrolýzy. Povrch je později denudován a žokovité skály vypreparovány na povrch.

Často v reliéfu zaoblené balvany, které vypadají jako pytle, tvoří kompaktní skalní hradbu. V tom případě jsem je nazvala žokovitou skálou, ve chvíli, když se skalní hradba rozpadá a balvany jsou nezávisle posázené na sobě, příp. leží v okolí nebo jinak tvoří akumulaci, nazvala jsem je žokovitými balvany a pokud netvoří charakteristickou mezoformu, zvolila jsem většinou skalní blok a v poznámkách je uvedena skalní akumulace.

Obr.44 : Žokovité skály, Francouzské kameny, foto: autor, jaro 2010



Obr.45 : Dobře vyvinutá žokovitá skála, Kočičí kameny, foto: autor, jaro 2011



### 8.1.3 Mrazový srub

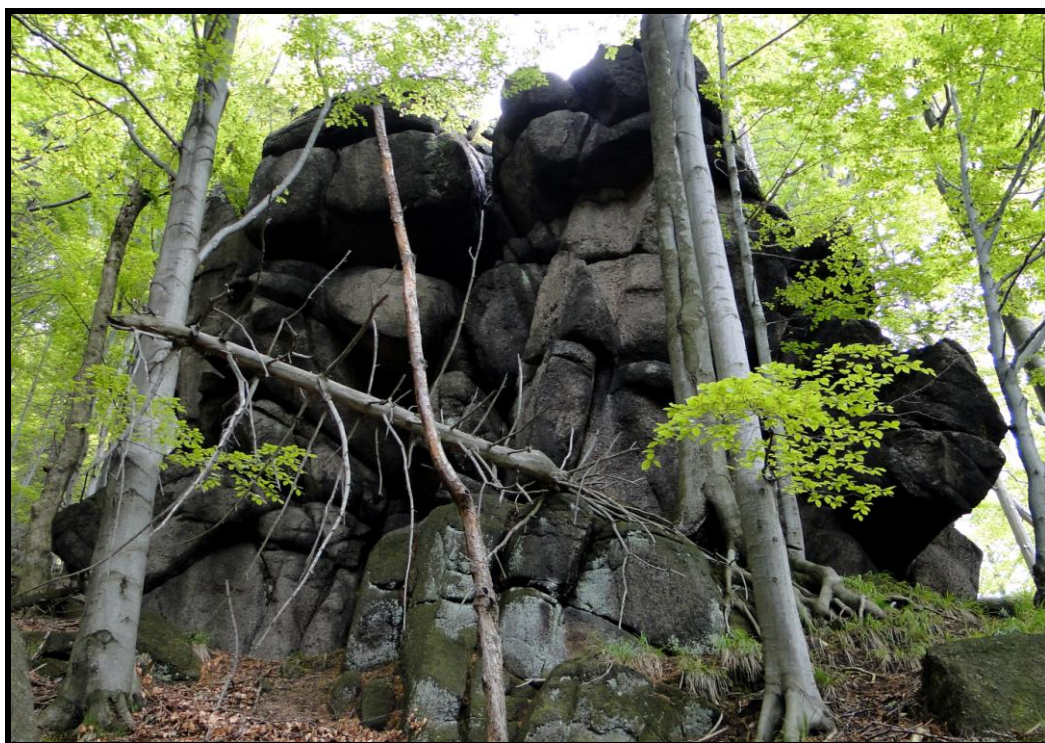
Jak již naznačuje název mezoformy, vzniká mrazový srub kryogenním, tedy mrazovým, zvětráváním. Skála je rozpukána příčnými i podélnými puklinami, přičemž oproti jiným mezoformám je podmíněna těmi příčnými. Součástí mrazového srubu je tzv. kryoplanační terasa, která je tvořena ustupující stěnou, která se dále vyvíjí v puklinách a dál ustupuje směrem do svahu. Terasa je pokryta hranáčovou sutí nebo při větších rozměrech srubu kamenným mořem. Mrazové sruby mohou být ve svahu uspořádány nad sebou, potom jsou od sebe oddělené tzv. dílčími kryoplanačními terasami.

Dalším vývojovým stádiem mrazového srubu může být izolovaná skála typu toru nebo skalní hradba.

Ve Smrčské hornatině se mrazové sruby vyskytují zejména vyvinuté ve svorových pásmech ve vrcholových partiích Měděnce a Sviňského vrchu. Na svazích Tišiny se také vyskytují, ale ne vždy samostatně, někdy jsou součástí většího polygenního tvaru.



Obr.46 : Mrazový srub, skála Hrad rytířů, NPR Tišina, foto: autor, podzim 2010



Obr.47 : Mrazový srub vyvinutý ve svorovém pásmu, Sviňský vrch, foto: autor, jaro 2011





Obr.48 : Mrazový srub, Tišina, foto: autor, jaro 2010



#### 8.1.4 Skalní věž

Oproti skalní hradbě je skalní věž determinována menší základnou, než je její výška. Vzniká destrukcí skalnatých hřebenů v důsledku mechanického zvětrávání, popř. odsedávání svahu.

Pravá skalní věž by měla být izolovaná část skalního masívu, která má menší základnu, než je její výška. Tedy pravá skalní věž se na území Jizerských hor podle autorů publikací vyskytuje jen jedna a to Kauschkova věž. Obecně jsou jako věže uváděny i skalní hradby, jejichž součástí je balvany vystavěná skalní věž na jedné jejich části.

Takové skalní věže se ve Smrčské hornatině vyskytují, ale pouze v NPR Tišina.



Obr.49 : Skalní věž Achimovka, Tišina, foto: autor, jaro 2010



Obr.50 : Špičatá věž, Tišina, foto: autor, jaro 2010





Obr. 51 a 52 : Kauschkova věž, Francouzské kameny, foto: autor, jaro 2010 a skalní věž jako součást skály Trojčata, Tišina, foto: autor, jaro 2010



### 8.1.5 Skalní blok

Skalním blokem jsem nazvala skálu v neurčitelné mezoformě polygenetického původu, kdy se jedná buď o balvan nebo hranáč velikých rozměrů, nebo skalní útvar složený s exfoliačních desek, ale nejevící známky žádné další mezoformy. Pokud nestojí skalní blok samostatně, je k němu dopsán do poznámek druh akumulace.

Obr.53 : Skalní blok, Tišina, foto: autor, podzim 2010



Obr.54 : Skalní blok, Tišina, autor, podzim 2010



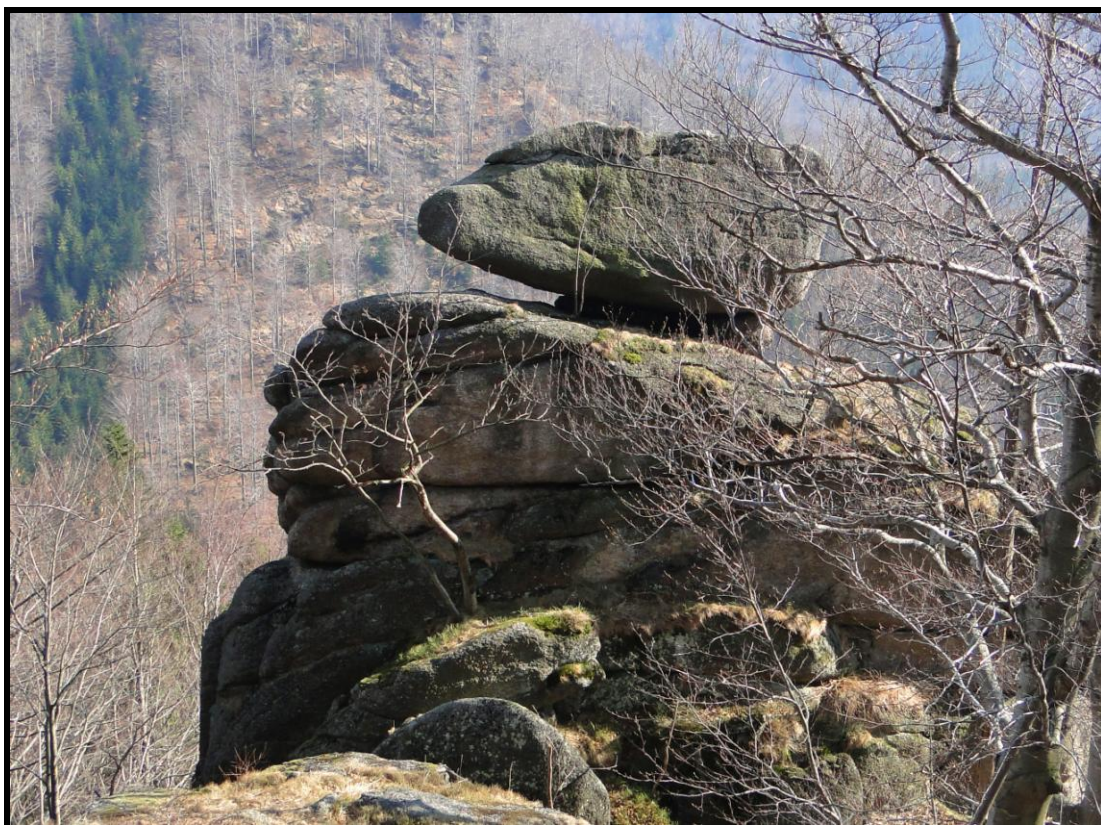


### 8.1.6 Skalní hřib

Mezoforma modelovaná do hříbovitého tvaru eolickou a periglaciální erozí. Pro skalní hříby je charakteristický průměrově úzký podstavec na kterém stojí širší „hlava“ hříbu.

Ve Smrčské hornatině se tyto útvary vyskytují zřídka a zpravidla nestojí samostatně – buď jsou součástí skalní skupiny nebo nějaké větší mezoformy. Na vrcholu skalního hříbu občas vznikají skalní mísy.

Obr.55 : Skalní hřib se sklaní mísou na vrcholu, Hajný, Tišina, foto: autor, jaro 2010



### 8.1.7 Skalní komín

Skalní komín se na území Smrčské hornatiny vyskytuje jen jeden. Je součástí skalní hradby a tvořen dvěma skalními věžemi, mezi kterými je průrva přibližně šířky člověka.

Obr.56 : Skála Dvojčata, Tišina, foto: autor, jaro 2010





## **8.2 Mikroformy reliéfu**

### **8.2.1 Skalní okno a skalní perforace**

Skalní okno podobně jako skalní hřib je typické pro aridní oblasti se sedimentárními horninami. V granitoidech se vyskytují skalní okna a perforace puklinového typu, pro ně je charakteristický hranatý tvar vzniklý vyvátím a vydrolením žuly narušené vodou a mrazem.

Skalní perforace je vlastně malé skalní okno vypreparované mezi masivními balvany přilehlými k sobě.

Obr.57: Skalní okno, Tišina, foto: autor, jaro 2010



Obr.58 : Skalní perforace pod Kuličkou ve skalní skupině Tišina, jaro 2011



## 8.2.2 Exfoliační desky a šupiny

Jak již bylo napsáno v kapitole o genezi plutonů, jde o jev, při kterém se slupkovitě odlučují desky granitoidních hornin souhlasně s povrchem exfoliační klenby. Eroze vzniká odlehčením plutonového tělesa od vrchního pokryvu a následnou erozí vodou, mrazem a částečně i chemickou cestou. V měřítku metrů mluvíme o exfoliačních deskách a v měřítku decimetrů a centimetrů o exfoliačních šupinách.

Ve Smrčské hornatině lze tento jev vidět na povrchu téměř každého skalního výchozu z granitoidních hornin.

Obr.59 : Exfoliační desky, Tišina, foto: autor, jaro 2011





Obr.60 : Exfoliační šupiny, Tišina, foto: autor, jaro 2011



Obr.61 : Skalní hradba tvořená exfoliačními deskami a šupinami, Koráb, Tišina, foto: autor, jaro 2011





### 8.2.3 Skalní plotna

Mikroforma, která může dosahovat mezoformních velikostí. Jako mikrotvar je charakterizována když je jen součástí většího mezotvaru, jako např. skalní hradby. Tento tvar je typický hladkou nakloněnou plochou, která může vycházet přímo ze země, nebo být součástí povrchové partie skály.

Obr.62 : Skalní plotna, Tišina, foto: autor, jaro 2010



Obr.63 : Skalní hradba pod skalní plotnou, Tišina, foto: autor, jaro 2011



#### 8.2.4 Skalní mísa

Vznikla při erozním působení mrazu, vody, chemického zvětrávání a biogenní eroze, která podpořila už danou nerovnost povrchu žulového tělesa.

Skalní mísy mají často odtokový žlábek, který pozdější erozí způsobí protržení stěny mísy. (Letošník, 1962)

Obr.64 : Skalní mísa, Kočičí kameny, foto: autor, jaro 2011



#### 8.2.5 Žokovité balvany

Mikroforma vycházející z mezoformy stejného typu, jen popisuje jednotlivé balvany, které mohou tvořit nespecifikovatelnou mezoformu polygenetického původu. Mohou to být balvany které se už rozpadají do balvanového moře, přesto ještě tvoří mezoformu významnějších rozměrů, nebo to mohou být oddělené balvany doplňující např. skalní hradbu. Stěžejním ukazatelem pro tuto charakteristiku je oddělenost balvanů od podloží a volně tvořící mezoformu.



Obr.65 : Žokovité balvany, Francouzské kameny, foto: autor, jaro 2010



Obr.66 : Žokovité balvany, Francouzské kameny, foto: autor, jaro 2010



### 8.2.6 Pukliny

Pukliny jsou v typologii uvedeny zvlášť, přestože se vyskytují na každé skále. Nemají totiž na každé mezoformě stejný význam. V tabulce jsou uvedeny u takových mezoform, kde nějakým způsobem skalní výchoz charakterizují.

Obr.67 : Pukliny, Tišina, foto: autor, jaro 2010



### 8.3 *Tvary sypkých hornin a akumulace*

Na území Smrčské hornatiny se vyskytují téměř na všech svazích balvanová moře. Jsou složena z balvanů, hranáčů, valounů a sutě. Většinou vznikla ve čtvrtohorách v době pleistocénu mrazovým zvětráváním vypreparováním z povrchových vrstev sedimentů nebo rozpadem skalních hradeb a mrazových srubů (viz obr. svahové procesy)

Při určování typologie skalních tvarů jsem se na balvanová moře nesoustředila, ale pokud byl mezoformní tvar složený ze skupiny skalních bloků nebo žokovitých balvanů, uvedla jsem do poznámek, že se jedná o skalní akumulaci nebo akumulaci balvanů. Podle velikosti dílčích bloků.

Obr.68 : Akumulace balvanů, Kočičí kameny, foto: autor, jaro 2011





## **8.4 Charakteristika skalních výchozů a jiných tvarů v jednotlivých oblastech Smrčské hornatiny**

### **8.4.1 Tišina**

Oblast Tišina se nachází na jižním svahu Smrčské hornatiny a je charakteristická velmi prudkými svahy. Pojmenovaná je podle NPR Tišina, která se zde nachází. Geologicky je tvořena plutonovým tělesem a tedy jizerskou centrální žulou. Hornina je zde středně zrnitá a skály jsou spíš ostrogranně tvarované.

Geomorfologicky tu nejvíce působilo mrazové zvětrávání, díky kterému je dnes Tišina poseta řadou skalních výchozů. Území je hojně zásobované srážkovou vodou a je protkáno malými potoky, které vytváří erozní rýhy. Nejčastější skalní mezoformou jsou skalní hradby, jejichž součástí jsou často skalní věže a které jsou nízkého protáhlého tvaru vedoucího po svahu směrem do údolí. Další častou mezoformou jsou mrazové sruby a polygenetické tvary označené jako skalní bloky.

Obr.69 : Skalní hradba na Tišině, č. 28, foto: autor, jaro 2010



Obr.70 . Skalní věže č.40 a 41, Věž grálu a strážce grálu, foto: autor, jaro 2011



#### 8.4.2 Francouzské kameny

Francouzské kameny jsou oblastí vytyčenou na jihozápadní straně masivu Smrku. Jsou pojmenovány podle Francouzské cesty která k nim vede a také podle názvů horolezecky využívaných skal (Napoleon, Bastila a Francouzská čapka)

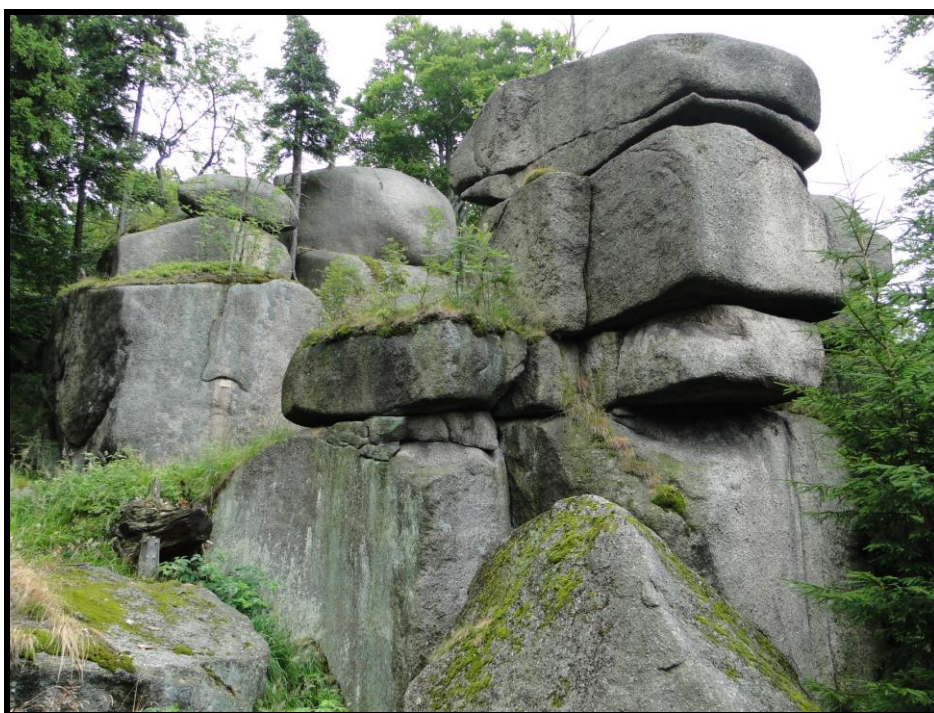
Geologicky jsou zde skály tvořeny žulou, ale jsou erodovány převážně chemickým zvětráváním. Tvary skalních výchozů jsou nejčastěji žokovité balvany uspořádané do akumulací rozpadajících se do balvanových moří.



Obr.71 : Skalní skupina Benjamín, č.78 , foto:autor, jaro 2010



Obr.72 : Skalní hradba, Bastila, č.100, foto: autor, jaro 2010





### 8.4.3 Kočičí kameny

Oblast je pojmenovaná podle nejvýznamnější skály Kočičí kameny, která je i turistickou vyhlídkou. Je to oblast západního úbočí Smrčské hornatiny a vede přibližně od chaty Hubertka do bílého Potoka.

Geologické podloží je zde žulové, ale místy se vyskytují rohovce, nenašla jsme ale žádné rohovcové skalní výchozy. Zajímavostí této oblasti je, že kromě kočičích kamenů samotných jsou skály ve formě akumulací balvanů a menších skalních tvarů, které jeví známky rozpadu do balvanových moří. Balvany jsou většinou žokovité nebo deskovité a jsou uspořádány do tvarů balvanových hnízd.

Obr.73 : Skalní hradba, Kočičí kameny s vyhlídkou, foto:autor, jaro 2010



Obr.74 : Skalní akumulace, foto: autor, jaro 2011





#### 8.4.4 Severní svahy

Severní svahy tvoří přibližně polovinu celé Smrčské hornatiny. Jejich území je tvořeno svory a fylity a ty zde tvoří skalní výchozy jen ve vrcholových partiích Měděnce a Sviňského vrchu. Oblast je poznamenána hlavně montánní činností na Rapické hoře a Měděnci.

Mezoformou skal jsou mrazové sruby, které mají specifickou podobu kvůli břídlíčnaté struktuře svoru.

Obr.75 : Příkrov tvořící mrazový srub, Měděnec, foto: autor, podzim 2010



Obr.76 : Mrazový srub ve vrcholové partii Sviňského vrchu, foto:autor, jaro 2011



## **9. NÁVRH NA DIDAKTICKÉ VYUŽITÍ NÁMĚTU DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Námět DP by mohl posloužit jako podklad pro uspořádání tématického výletu se školní třídou 2. stupně ZŠ, příp. SŠ.

Tématem by bylo porovnání důsledků erozních procesů ve Smrčské hornatině způsobené přírodními procesy eroze, postavené do kontrastu s antropogenní činností člověka

Porovnávanými oblastmi by byla Tišina a Severní svahy, zejména Rapická hora, kde je po stopách montánní činnosti vedena i naučná stezka. Žáci by měli připravené pracovní listy, kam by si zakreslili základní geomorfologické tvary skalních výchozů a základní tvary terénu způsobené montánní činností.

Mladší ročníky by mohly vybarvovat předkreslené vzorky kamenů, podle toho, jak by je po cestě viděli, příp. by zpracovávali s učitelem.

## 10. ZÁVĚR

Zpracovávání diplomové práce trvalo téměř dva roky. Během této doby jsem podnikla okolo třiceti výprav do terénu Smrčské hornatiny a jejího okolí za účelem mapování. Cílem bylo zaznamenat po ekologické katastrofě z 80. let odhalené skalní výchozy, které jsou pro oblast významné a které mohou v průběhu budoucích let opět zarůst biotopem.

Území masivu Smrku je téměř totožné s geomorfologickým podcelkem Smrčská hornatina, ke kterému jsem obdržela mapová data od ZABAGED. Proto jsem se později v charakteristikách a mapování území soustředila na celou geomorfologickou jednotku a ne jen na masiv Smrku, přestože jsem si tím práci ještě ztížila. Smrčskou hornatinu jsem dále pro účely diplomové práce rozdělila do čtyř oblastí, ve kterých mají skalní výchozy podobné charakteristické rysy. Jsou to oblasti Tišina, Francouzské kameny, Kočičí kameny a Severní svahy.

Rozdělení Smrčské hornatiny do oblastí má význam i z geologického hlediska, protože ne všechny skály jsou složeny z porfyrického biotitického granodioritu. Území je složeno z řady hornin, které zde vznikly převážně jako důsledek posttektonického vystoupení krkonošsko-jizerského plutonového tělesa, kdy se Smrčská hornatina stala územím jeho kontaktního dvora. Práce obsahuje i fotografie základních druhů hornin nalezených v zájmových oblastech, které jsou většinou součástí skalních výchozů nebo se jinak podílí na geomorfologické charakteristice území.

Původně bylo nafoceno a zaznamenáno pomocí GPS 155 lokálně významných skalních výchozů, nakonec byly protřízeny do závěrečného počtu 131 skal, které jsou v této diplomové práci dále zpracovány.

Určování typologie probíhalo v několika fázích. Po nafocení skály z různých úhlů pohledu, byla především podle *Atlasu skalních, zemních a půdních tvarů* (Rubín, Balatka a kol., 1986) určena její mezoforma, poté mikroforma a tyto závěry byly zaznamenány do tabulky (součást příloh), skalní výchoz byl očíslován a fotografie zařazeny do složky k dané oblasti (součást příloh).

Závěrečným výstupem výzkumu byla tvorba map (součást příloh jak v digitální, tak tištěné podobě). DP obsahuje mapy s obecným vymezením území, antropogenní činností a s 3D modelem geomorfologického podcelku ve kterém jsou vyznačeny body zkoumaných skalních výchozů. Dále doplňující mapy



s vyznačenými body vybraných mezoforem hornatiny. Součástí digitální verze příloh je i složka s podkladovými daty lokalizovaných bodů, které by měly sloužit k dalšímu využití pro CHKO Jizerské hory.

Práce pro mě byla po celou dobu její tvorby pohlcující a náročná, přesto velmi obohacující a inspirující. Doufám tedy, že se tyto kvality do jejího výsledku plně promítly.

## Finaly resumé

The process of the project work has taken nearly 2 years and included cca 30 field trips to the terrain of Smrčská mountains and their surroundings. The aim of this was to document significant rock outcrops uncovered after an ecological disaster in the 80's, which may be covered by the biotop in future years.

The area of the mrk massif basically overlaps the geomorphological unit of Smrčská mountains, to which I had recieved ZABAGED. Therefore I decided to characterize and map the area of the whole geomorphological unit and not only the Smrk massif, despite the increased demands on the work. Then I have divided Smrčská mountains to four areas for the purposes of the diploma project: Tišina, French rocks, Cat's rocks and The North hillside. In these areas the rock outcrops have some typical features.

Division of Smrčská mountains has its significance also from geomorphological point of view, because not all of the rocks are of porphyric biotitic granitoid. The area consists of variety of rocks, which were formed as results of post-tectonic rising of Krkonoše-Jizera plutonic body, when Smrčská mountains became the area of its contact yard. The work includes photography of basic types of rock found in the area, which are patrs of the trock outcrops, or which otherwise contribute to geoorphological characteristics of the area.

Originally 155 locally significant rock outcrops had been recorded via GPS, they were subsequently resorted tothe final number of 131 rocks which are furtherelaborated in this diploma project.

Determinig the typology was done in several phases. After photographing the rocks from various angles, the meso-scale from was determined mainly according to *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů* (Rubín, Balatka a kol., 1986), then micro-scale forms. The results were finally recorded in a chart (included in the appendices). The rock outcrops were numbered and the photographs were inserted the file of respective location (also included in the appendices).

The final output of the research was production of maps (included in the appendices both analog and digital form). The diploma project includes maps with general delimitation of the target area, antropogenic activity and a 3D model of the geomorphological unit in which the surveyed rock outcrops are marked. Furthermore there are several supplemental maps where selected meso-scale forms of the area are marked. Background data to each surveyed rock outcrop, which can be used by

CHKO Jizera mountains in the future, are also included in the digital version of the appendices.

The work on the project has been very demanding from the very beginning, nevertheless, very enriching and inspiring. I should hope that these qualities have fully projected to the results.

## 11. KATALOGOVÝ LIST

Kapitola je věnovaná popisu struktury katalogového listu na přiloženém DVD.

### **Složky:**

Složky s fotografiemi jsou v DVD příloze rozděleny do čtyř oblastí vymezených v úvodu práce.

1. Tišina
2. Francouzské kameny
3. Kočičí kameny
4. Severní svahy

Každá tato složka obsahuje množství složek, které jsou očíslovány podle bodů v Tab.2-5: Typologie skalních tvarů (příloha), Tyto složky dále obsahují jednotlivé fotografie očíslované podle pořadí.

Příklad názvů složek v dané struktuře:

**Tišina**

- **č.13**

○ **Tišina\_13\_1**

Celkem příloha DVD obsahuje 131 složek s fotografiemi.

### **Volné přílohy:**

DP obsahuje volné přílohy mapových děl, které jsou popsány na zadní straně číslem seznamu příloh.

### **Digitální přílohy:**

DP obsahuje na přiloženém DVD složku s digitálními podklady pro další zpracování lokalizovaných bodů. Složka je označena

**DATA\_GPS\_SMRK**



## 12. CITACE

### Knižní zdroje:

- BRZÁK, P. *Staré doly u Nového Města pod Smrkem*, Krasová deprese, nezávislý nepravidelný podzemní magazín, Praha: KD, podzim 1996, s. 2-15
- DEMEK, J., MACKOVČIN, P., *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*, Brno: AOPK ČR, 2006, 2. vydání 582 s.
- FAJGL, P., SIMM, O., VRKOSLAV, M., *Jizerské hory, horolezecký průvodce*, Jablonec nad Nisou: nakl. Vrkoslav, 1. vydání, 1999, 305 s.
- GINZEL, G., NOVÁK, E. *Typologie skal jizerských hor*. Liberec: Severočeské muzeum – přírodovědecké oddělení, 1962. 71 s.
- HRÁDEK, M. (1972): *Projevy exfoliace na údolních svazích vodních toků v oblastech tvořených žulami (na příkladu Novobystřické vrchoviny)*. Studia Geographica 25, Brno, s.163-168
- CHLUPÁČ, I. A kol. *Geologická minulost České republiky*, Praha: Academia, 2002, 439 s.
- KARPAŠ, R. a kol. *Jizerské hory: O mapách, kamení a vodě*, Liberec: nakl. RK, 2009, 1. vydání, 576 s.
- KETTNER, R. *Všeobecná geologie část I.* Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1956. 3. vydání. 372 s.
- KETTNER, R. *Všeobecná geologie část III. – vnější geologické síly, zemský povrch*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1948. 1. vydání. 765 s.
- KLOMÍNSKÝ, J. *Krkonoško-jizerský granitoidní masív*. Sborník geologických věd, Geologie, ročník 15, Praha: Academia, 1969, 136 s.
- LETOŠNÍK, V. (1962): *Příspěvek ke studiu skalních útvarů v biotitické žule Jizerských hor*. Sborník Severočeského muzea – přírodní vědy, Liberec, 13 – 22 s.
- NÁDENÍK, K., *Smrk, král Jizerských hor*, Liberec: nakl. RK, 2008, 1. vydání, 128 s.
- PELÍŠEK, J. *Půdní poměry jizerských hor*. Liberec: Severočeské muzeum – přírodovědecké oddělení, 1968, 49 s.
- RABŠTEINEK, O., *Minulost, současnost a budoucnost lesů Jizerských hor*, Severočeské muzeum – přírodovědecké oddělení, 1950, 26 s.

RUBÍN, J., BALATKA, B. a kol. *Atlas skalních, zemních a půdních tvarů*. Praha: Academia, 1986. 388 s.

SÝKORA, T. (1971): *Lesní rostlinná společenstva Jizerských hor*. Severočeské muzeum, Liberec, 60 s.

ŽITNÝ, L. *Geologie Jizerských hor*. Liberec: Severočeské muzeum – přírodovědecké oddělení, 1966. 63 s.

#### **Internetové zdroje:**

PETRÁNEK, J., *Geologická encyklopedie on-line* [online], c.1993, Česká geologická služba c.2007, cit. [2011-04] dostupná z <<http://www.geology.cz/>>

#### **Zdroje dat k mapovým přílohám:**

ZABAGED, 1 : 10 000 [DVD-R]. Praha, ČÚZK.

## 13. PŘÍLOHY

### **Seznam příloh:**

Příloha 1-Tab. 2 : Typologie skalních tvarů v oblasti Tišina

Příloha 2-Tab. 3 : Typologie skalních tvarů v oblasti Francouzské kameny

Příloha 3-Tab. 4 : Typologie skalních tvarů v oblasti Kočičí kameny

Příloha 4-Tab. 5 : Typologie skalních tvarů v oblasti Severní svahy

### **Seznam volně přiložených příloh:**

Příloha 5: Mapa 1 : Vymezení zkoumaného území, formát A3

Příloha 6: Mapa 2 : Detailná pohled na zájmové území, formát A3

Příloha 7: Mapa 3 : Digitální model reliéfu Smrčské hornatiny, formát A3

Příloha 8: Mapa 4 : Přehled oblastí se skalními útvary ve Smrčské hornatině, formát A2

Příloha 9: Mapa 5 : Antropogenní činnost ve Smrčské hornatině, A3

Příloha 10: Mapa 6 : Rozmístění skalních hradeb ve Smrčské hornatině, formát A4

Příloha 11: Mapa 7 : Rozmístění skalních věží ve Smrčské hornatině, formát A4

Příloha 12: Mapa 8 : Rozmístění mrazových srubů ve Smrčské hornatině, formát A4

Tab.2 : Typologie skalních tvarů v oblasti Tišina

č.	NÁZEV SKÁLY	m n.m.	MEZOFORMA	MIKROFORMA	POZNÁMKY	souřadnice GPS
1	bez názvu	749	MS	EŠ,P		N 50°52.620' E 15°15.501'
2	Koráb	797	SH	ED,EŠ		N 50°52.656' E 15°15.501'
3	bez názvu	786	SB	SP,ED		N 50°52.687' E 15°15.539'
4	bez názvu	803	SB,SO	ED,EŠ		N 50°52.692' E 15°15.620'
5	bez názvu	823	MS	P		N 50°52.712' E 15°15.626'
6	bez názvu	807	MS	SP,ED,EŠ		N 50°52.707' E 15°15.569'
7	bez názvu	825	MS	ED,EŠ		N 50°52.730' E 15°15.569'
8	bez názvu	846	MS	ED,P		N 50°52.725' E 15°15.528'
9	Špičatá věž	842	SV,SH,MS	ED,EŠ		N 50°52.721' E 15°15.510'
10	bez názvu	903	SB	ED,EŠ		N 50°52.797' E 15°15.593'
11	bez názvu	915	SH	ED,P	Skalní skupina	N 50°52.809' E 15°15.504'
12	bez názvu	859	MS	EŠ		N 50°52.783' E 15°15.317'
13	bez názvu	858	SB	ED,P	Skalní skupina	N 50°52.766' E 15°15.374'
14	bez názvu	843	SB	ED,EŠ		N 50°52.747' E 15°15.353'
15	bez názvu	822	MS	ED,EŠ		N 50°52.736' E 15°15.349'
16	bez názvu	820	SH	ED,P		N 50°52.720' E 15°15.373'
17	bez názvu	811	SB	ED		N 50°52.717' E 15°15.380'
18	bez názvu	792	SH	P		N 50°52.698' E 15°15.351'
19	bez názvu	786	SH	ED,EŠ,SP		N 50°52.726' E 15°15.280'
20	bez názvu	831	SH	ED,EŠ,SP		N 50°52.755' E 15°15.272'
21	bez názvu	848	SH	ED,EŠ,SP		N 50°52.770' E 15°15.289'
23	bez názvu	845	SB	ED		N 50°52.794' E 15°15.234'
24	bez názvu	898	SB,SO	ED		N 50°52.846' E 15°15.214'
25	bez názvu	877	SB	ED,EŠ		N 50°52.834' E 15°15.206'
26	bez názvu	874	SH	ED,EŠ,P		N 50°52.828' E 15°15.212'
27	bez názvu	876	MS	ED,EŠ		N 50°52.832' E 15°15.171'
28	bez názvu	860	SH	ED,EŠ		N 50°52.806' E 15°15.158'
29	bez názvu	850	SH	ED,EŠ		N 50°52.792' E 15°15.161'
30	bez názvu	839	SH	ED,EŠ		N 50°52.780' E 15°15.159'
31	bez názvu	839	SB,MS	ED,P		N 50°52.773' E 15°15.149'



32	bez názvu	823	SH	ED,EŠ	Mělká jeskyně	N 50°52.761' E 15°15.161'
33	bez názvu	809	SH,SV	ED,EŠ,SP		N 50°52.748' E 15°15.179'
34	bez názvu	778	SH	ED,EŠ		N 50°52.735' E 15°15.133'
35	bez názvu	760	SH,SV	ED,EŠ,P		N 50°52.731' E 15°15.077'
36	bez názvu	840	SH	ED,P		N 50°52.776' E 15°15.139'
37	bez názvu	798	SH	ED		N 50°52.776' E 15°15.083'
38	Trojčata	834	SH,SV	ED,EŠ,P		N 50°52.810' E 15°14.970'
39	bez názvu	822	SH	ED,EŠ,P	Skupina skal a balvanů	N 50°52.784' E 15°14.895'
40	Strážce grálu	816	SV	EŠ,P		N 50°52.774' E 15°14.895'
41	Věž grálu	812	SH,SV	ED,EŠ,SM,SP,P	Nejvyšší věž	N 50°52.763' E 15°14.907'
42	bez názvu	791	SH	ED,EŠ		N 50°52.763' E 15°14.934'
43	bez názvu	741	SH	ED,EŠ		N 50°52.728' E 15°14.927'
44	Parsifal	680	SH	SP,EŠ		N 50°52.665' E 15°15.923'
45	bez názvu	706	SH	ED,EŠ		N 50°52.681' E 15°15.895'
46	bez názvu	710	SH	ED,EŠ,SP		N 50°52.679' E 15°14.852'
47	Hrad rytířů	724	MS	ED,EŠ		N 50°52.703' E 15°14.857'
48	bez názvu	714	SH	ED		N 50°52.681' E 15°14.772'
49	bez názvu	756	SH	ED,EŠ		N 50°52.726' E 15°14.771'
50	Hajný	801	SH,SV,SHř	ED,EŠ,SP,SM	Mělká jeskyně	N 50°52.769' E 15°14.782'
51	bez názvu	851	SB	ED,EŠ		N 50°52.828' E 15°14.809'
52	Tišina	873	SH,SB	ED,EŠ,SM	Skalní skupina, perforace	N 50°52.844' E 15°14.768'
53	bez názvu	859	SB	ED		N 50°52.817' E 15°14.741'
54	bez názvu	839	SH	ED,EŠ		N 50°52.800' E 15°14.747'
55	bez názvu	825	SB	ED		N 50°52.784' E 15°14.763'
56	bez názvu	775	SH	ED,EŠ,SP		N 50°52.751' E 15°14.753'
57	bez názvu	788	SB	ED,EŠ		N 50°52.721' E 15°14.716'
58	bez názvu	781	SB	ED,EŠ,SP		N 50°52.711' E 15°14.718'
59	Dvojče	769	SH,SV,SK	ED,EŠ,SP		N 50°52.703' E 15°14.697'
60	Achimovka	673	SV	ED,EŠ,SP		N 50°52.647' E 15°14.666'
61	bez názvu	566	MS	ED,EŠ		N 50°52.503' E 15°14.547'

62	bez názvu	591	ŽS	ED	Rozpad do skupiny balvanů	N 50°52.543' E 15°14.492'
63	bez názvu	836	SH	ED,EŠ		N 50°52.828' E 15°14.706'
64	bez názvu	841	SH	ED,EŠ		N 50°52.830' E 15°14.689'
65	bez názvu	823	SH,MS	ED,EŠ		N 50°52.816' E 15°14.659'
66	bez názvu	802	SB	ED,EŠ,SP	Skalní skupina	N 50°52.799' E 15°14.619'
67	bez názvu	757	SH	ED,EŠ,SP		N 50°52.748' E 15°14.625'
68	bez názvu	765	SH,SO	ED,EŠ,P	Skalní skupina	N 50°52.754' E 15°14.564'
69	bez názvu	920	SB	EŠ		N 50°52.825' E 15°15.565'

Tab.3 : Typologie skalních tvarů v oblasti Francouzské kameny

Č.	NÁZEV SKÁLY	m n.m.	MEZOFORMA	MIKROFORMA	POZNÁMKY	souřadnice GPS
70	bez názvu	723	SH	ED,EŠ		N 50°52.953' E 15°14.334'
71	bez názvu	691	ŽS	ED,ŽB,P	Skalní skupina	N 50°52.962' E 15°14.254'
72	bez názvu	690	SB	ED,EŠ	Skalní skupina	N 50°52.990' E 15°14.253'
73	bez názvu	668	SH	ED,EŠ		N 50°53.012' E 15°14.227'
74	bez názvu	651	SH	ED,EŠ,SP		N 50°53.011' E 15°14.188'
75	bez názvu	642	SH	ED,EŠ,SP		N 50°53.042' E 15°14.189'
76	Kauschkova věž	812	SV,ŽS	ŽB,P		N 50°53.128' E 15°14.558'
77	bez názvu	789	SH	P	nakloněná	N 50°53.123' E 15°14.516'
78	Benjamín	789	SB	ED,P	Skalní skupina, pseudookna	N 50°53.137' E 15°14.517'
79	bez názvu	778	SH, ŽS	ŽB,P		N 50°53.137' E 15°14.493'
80	bez názvu	795	SB	ED,P	Skalní skupina	N 50°53.146' E 15°14.531'
81	bez názvu	770	SB	ED		N 50°53.156' E 15°14.491'
82	bez názvu	661	SB	ED,P	Skalní skupina, rozklad do BM	N 50°53.175' E 15°14.248'
83	bez názvu	788	SB	P		N 50°53.165' E 15°14.502'
84	Věž loučení	765	SV,SH	ED,P	Rozklad do skupiny balvanů	N 50°53.213' E 15°14.496'
85	bez názvu	740	SH	ŽB		N 50°53.219' E 15°14.441'

86	Hubertův kámen	722	SH	ŽB	Rozklad do skupiny balvanů	N 50°53.218' E 15°14.404'
87	bez názvu	825	SH	ED,EŠ,P		N 50°53.119' E 15°14.613'
88	Napoleon	833	SV,SB	ED,P	Skalní skupina	N 50°53.138' E 15°14.626'
89	bez názvu	821	SB	P	Rozklad do skupiny balvanů	N 50°53.135' E 15°14.606'
90	Čapka	845	SB	ŽB,P	Rozpadlá skalní hradba,skupina	N 50°53.134' E 15°14.676'
91	bez názvu	850	SB	ŽB,P	Rozpadlá skalní hradba,skupina	N 50°53.140' E 15°14.693'
92	bez názvu	858	SB	ED,ŽB,P	Skalní skupina	N 50°53.130' E 15°14.727'
93	bez názvu	838	SB	ŽB,ED,P	Skalní skupina	N 50°53.152' E 15°14.647'
94	bez názvu	818	SB	ED		N 50°53.137' E 15°14.589'
95	bez názvu	823	SB	ED,P	Skalní skupina	N 50°53.157' E 15°14.617'
96	bez názvu	797	SB			N 50°53.165' E 15°14.580'
97	bez názvu	801	SB	P		N 50°53.210' E 15°14.601'
98	bez názvu	823	SB	ED		N 50°53.202' E 15°14.649'
99	bez názvu	834	SB	ŽB,P		N 50°53.194' E 15°14.664'
100	Bastila	865	SH	ŽB,ED	Skalní skupina	N 50°53.182' E 15°14.730'
101	bez názvu	871	SB	P		N 50°53.183' E 15°14.749'
102	bez názvu	804	SH	ŽB	Skalní skupina	N 50°53.220' E 15°14.624'

Tab.4 : Typologie skalních tvarů v oblasti Kočičí kameny

č.	NÁZEV SKÁLY	m n.m.	MEZOFORMA	MIKROFORMA	POZNÁMKY	souřadnice GPS
103	bez názvu	556	SB,SHř	ED,EŠ	Skalní skupina	N 50°52.595' E 15°13.998'
104	bez názvu	543	SB	ED,P		N 50°52.582' E 15°13.992'
105	bez názvu	555	SB	P		N 50°52.595' E 15°14.138'
106	Kočičí kameny	620	SH	ED,EŠ,SP,SM	vyhlídka	N 50°53.215' E 15°13.867'
107	bez názvu	610	SB	ED,EŠ,SP,SM	Skalní skupina	N 50°53.154' E 15°13.568'
108	bez názvu	626	SB	ED,P	Skupina balvanů	N 50°53.214' E 15°13.505'
109	bez názvu	538	SH,ŽS	ŽB	Skalní fasety	N 50°53.046' E 15°13.164'

110	bez názvu	538	SB	ŽB,ED	Skalní skupina	N 50°53.042' E 15°13.096'
111	bez názvu	519	SB	ŽB	Skalní skupina	N 50°52.976' E 15°13.033'
112	bez názvu	540	SB	ŽB	Skupina balvanů	N 50°53.029' E 15°13.084'
113	bez názvu	533	SB		Antropogenní r.	N 50°53.051' E 15°13.062'
114	bez názvu	528	SB		Antropogenní r.	N 50°53.085' E 15°13.022'
115	bez názvu	518	SB	ED,ŽB	Skalní skupina	N 50°53.080' E 15°12.981'
116	bez názvu	517	SB	ED,EŠ	Skalní skupina rozpad do KM	N 50°53.006' E 15°12.957'
117	bez názvu	515	SB	ED,EŠ	Skalní skupina	N 50°52.960' E 15°12.950'
118	bez názvu	512	SB	ED,EŠ	Skalní skupina	N 50°52.942' E 15°12.960'

Tab.5 : Typologie skalních tvarů v oblasti Severní svahy

č.	NÁZEV SKÁLY	m n.m.	MEZOFORMA	MIKROFORMA	POZNÁMKY	souřadnice GPS
119	bez názvu	740	MS	břidličnatění	Skalní skupina, Skalní příkrov	N 50°54.122' E 15°13.986'
120	bez názvu	731	MS	břidličnatění		N 50°54.116' E 15°14.038'
121	bez názvu	752	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.187' E 15°13.916'
122	bez názvu	734	MS	břidličnatění		N 50°54.122' E 15°13.859'
123	bez názvu	736	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.122' E 15°13.859'
124	bez názvu	762	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.440' E 15°15.086'
125	bez názvu	757	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.431' E 15°15.087'
126	bez názvu	753	MS	břidličnatění		N 50°54.430' E 15°15.074'
127	bez názvu	748	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.429' E 15°15.064'
128	bez názvu	727	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.398' E 15°15.027'
129	bez názvu	719	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.508' E 15°14.839'
130	bez názvu	723	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.515' E 15°14.851'
131	bez názvu	712	MS	břidličnatění	Skalní příkrov	N 50°54.526' E 15°14.792'



## **VYSVĚTLIVKY K TABULKÁM TYPOLOGIE SKAL:**

### **Mezoforma**

**SH** – skalní hradba

**MS** – mrazový srub

**SV** – skalní věž

**ŽS** – žokovitá skála

**SB** – skalní blok

**SHř** – skalní hřib

**SO** – skalní okno

**SK** – skalní komín

### **Mikroforma**

**ED** – exfoliační desky

**EŠ** – exfoliační šupiny

**SP** – skalní plotna

**SM** – skalní mísa

**ŽB** – žokovité balvany

**P** - pukliny